Л. Т. КРЕКНИН

ПРОИЗВОДСТВО АВТОМАТИЧЕСКОГО ОРУЖИЯ

Часть 3 — Технология сборки и испытаний оружия

Ижевск 2001

УДК 621.7: 623.4

Рецензенты: доктор технических наук, профессор В.С.Камалов (заведующий кафедрой СМ-12 МГТУ им. Н.Э.Баумана, г.Москва), доктор технических наук, профессор В.В.Любимов (заведующий кафедрой «Производство машин и аппаратов» ТГУ, г.Тула)

Коллективный рецензент: концерн «ИЖМАШ»

Учебное пособие предназначено для подготовки специалистов оборонных отраслей промышленности по производству гражданского и боевого стрелково-артиллерийского автоматического оружия.

УДК 621.7:623.4

ISBN 5-89806-040-5

1. ТЕХНОЛОГИЯ СБОРКИ ОРУЖИЯ

1.1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Сборка является заключительным этапом производства оружия. Трудоемкость сборочных работ в массовом производстве составляет 10 - 15% от общей трудоемкости изготовления, в серийном производстве - 25 - 40%, единичном и мелкосерийном - 30 - 60%. В последнем случае высокая трудоемкость сборочных работ объясняется необходимостью проведения большой по объему слесарной обработки и пригонки.

Для удобства проектирования технологических процессов сборки изделие расчленяется на отдельные сборочные единицы: изделие, узлы, подузлы, комплекты и детали. Поэтому, кроме общей сборки машины, различают сборку узлов, подузлов, комплектов. В зависимости от сложности сборки различают узлы первого, второго, третьего и т.д. порядка (узел первого порядка является более сложной единицей, чем узел второго порядка).

Под узловой сборкой понимается соединение, координирование и фиксация с требуемой точностью подузлов, комплектов и деталей, составляющих узел.

Подузловая сборка включает соединение, координирование и фиксацию с требуемой точностью комплектов и деталей, составляющих подузлы.

Под комплектной сборкой понимается соединение, координирование и фиксация с требуемой точностью всех деталей, составляющих комплект.

Каждая сборочная единица, как и вся машина в целом, имеет одну базовую деталь, с которой соединяются в определенной последовательности сборочные единицы низших порядков и отдельные детали.

Узлы, подузлы и комплекты обычно собираются и контролируются самостоятельно.

Технологический процесс сборки состоит из отдельных операций, установок, позиций, переходов и т.д.

В некоторых случаях общую сборку машины невозможно осуществить без частичной разборки отдельных сборочных единиц. Тогда предварительная разборка входит в технологический процесс сборки как составная его часть [1,2,3].

1.2. ТРЕБОВАНИЯ К СОБРАННОМУ ОРУЖИЮ

В зависимости от места использования и расположения оружия при их боевом использовании, оно подразделяется на ручное, корабельное, зенитное, танковое и авиационное (в том числе спутниковое).

По способу стабилизации снаряда в полете различаются нарезное (вращение снаряда вокруг своей оси, обеспечиваемое нарезами в канале ствола) и гладкоствольное (оперенный снаряд) оружие.

Артиллерийские системы подразделяются по абсолютной величине калибра:

- малый калибр d =20...57 мм,
- средний калибр d =76...152 мм,
- крупный калибр d >152 мм.

Выделяют 2 основных типа оружия: стрелковое и пушечное. Каждый тип оружия и его разновидность характеризуется тактико-техническими требованиями, определяемыми заказчиком (дальность стрельбы, бронепробиваемость, начальная скорость снаряда, скорострельность и др.). Но есть общие для всех типов и видов оружия требования:

1. Боевые: могущество, живучесть и маневренность. Не вдаваясь в подробности, перечислим их характеристики:

могущество - дальнобойность, кучность, меткость, скорострельность, могущество снаряда;

живучесть - число выстрелов, после которого оружие теряет свои баллистические качества (или способность оружия противостоять огневой мощи противника);

маневренность - возможность быстрого перемещения, малого времени перевода из походного положения в боевое и обратно, внезапность действия.

2. Эксплуатационные: безотказность действия всех механизмов и оружия в целом в любых условиях, безопасность, простота и удобство при обслуживании, устойчивость при стрельбе.

3. Экономические: простота конструкции и технологии, взаимозаменяемость и стандартизация деталей и узлов, унификация деталей, прицелов и других сборочных единиц, недефицитность материалов, сырья, исключение поставок из ближнего и дальнего зарубежья, постоянное совершенствование технологии на всех стадиях производственного процесса.

Комплекс мероприятий, выполняемых заводом для выпуска каждой новой системы в заданных количествах, принято назы-

вать технической подготовкой производства. Она характеризуется временем от даты получения заказа до даты выпуска первого изделия при соответствующем типе производства. Чем меньше это время, тем эффективнее работает завод, тем безболезненнее смена объектов производства. Иными словами, конструкция (деталь, сборочная единица, оружие в целом) должна быть освоена в производстве в кратчайшие сроки, т.е. цикл подготовки производства должен быть наименьшим.

Конструкция должна позволять применить наиболее прогрессивные методы обработки, сборки, контроля и испытаний, а также передовые методы организации производства. Только совместная работа конструктора и технолога на всех этапах создания новых конструкций - от эскизного проекта до изготовления опытных образцов - позволяет решить эту задачу.

При технической подготовке производства новых изделий требуется:

1. Применение совершенных методов конструирования с широким использованием стандартных, унифицированных и заимствованных из других моделей аналогичных изделий конструкций деталей, узлов, сборочных единиц и приборов.

2. Качественная проверка разрабатываемой конструкторской документации на технологичность на всех этапах подготовки производства. Вспомним, что конструкция изделия считается технологичной, если при соблюдении основных требований служебного назначения (тактико-технических характеристик) будут обеспечены минимальные трудоемкость изготовления, материалоемкость и себестоимость, а также возможность серийного выпуска в короткие сроки. Технологичность является одним из основных показателей совершенства изделия. Обработка его конструкции на технологичность - процесс непрерывный, зависящий от типа производства, этапа технической подготовки и производственного процесса.

При отработке изделия на технологичность необходимо руководствоваться ГОСТ 14.205 - 83 и ОСТ 3 - 14.224 - 86 «Оценка и отработка на технологичность конструкций изделий отрасли».

Все задачи, которые приходится решать в период проектирования и изготовления детали, делятся на конструкторские, технологические и эксплуатационные. Перечислим только те из них, которые встречаются практически при конструировании всех изделий и решение которых позволяет создавать технологичные конструкции:

а) выбор метода простановки размеров - цепной, координатный и смешанный (комбинированный);

б) выбор всех размеров из нормального ряда чисел;

в) определение уровня взаимозаменяемости (полная, частичная, групповая, пригонка и регулировка, соответствующие методу сборки);

г) членение изделия на сборочные единицы, определение их оптимального количества, обеспечение рациональной стыковки;

д) выбор материалов;

е) выбор рациональных методов и средств сборки, контроля и испытаний всех видов;

ж) обеспечение надежности и живучести изделия, простоты его обслуживания, ремонта и т.д.

По каждому вновь выпускаемому изделию необходимо разрабатывать паспорт технологичности, в котором следует указывать основные конструкторские, технологические и производственные показатели выпускаемого изделия и изделия - аналога, что позволяет определить направления дальнейших работ по улучшению технологичности.

3. Тщательная разработка технологической схемы сборки на основе максимального удовлетворения требованиям чертежа и ТУ, позволяющая обеспечить качественное выполнение всех операций, связанных со сборкой, монтажом и испытаниями как отдельных конструктивных элементов и сборок, так и изделия в целом.

4. Изготовление установочной (опытной) партии изделий с целью проверки конструкторской документации и принятого технологического процесса. При проверке проводятся статические и динамические испытания, на каждом этапе испытаний комиссией в составе конструктора, технолога, представителей ОТК и заказчика составляются акты.

5. Разработка и соблюдение строгой системы по запуску в производство полуфабрикатов, заготовок, покупных деталей, приборов и сборочных единиц, обеспечение установленного маршрута их движения по заводу.

6. Разработка графика планово - предупредительного ремонта и контроля годности аттестованного оборудования, оснастки и контрольно-измерительных средств с учетом ресурса их работы.

7. Внедрение определенной системы контроля за соблюдением технологической дисциплины (например, проведение инспекторских проверок, сверки выполнения технологических процессов на рабочих местах и др.).

8. Разработка системы планирования производства, управления им и контроля за прохождением продукции (с широким использованием для этих целей вычислительной техники).

9. Подготовка и переподготовка кадров, особенно в случаях применения новых технологических методов, применения нового оборудования, контрольно-измерительной аппаратуры и средств вычислительной техники.

10. Рациональное распределение работ между узловой и общей сборкой, исключающее дополнительные работы по сборке-разборке и уменьшающее цикл общей сборки изделия.

1.3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СБОРОЧНО-МОНТАЖНЫХ ПРОЦЕССОВ

Технологический процесс сборки оружия или его узла - это заключительный и важный этап производственного процесса, именно на этом этапе обеспечивается выполнение многих тактико-технических требований, предъявляемых к конкретному оружию. Технологический процесс сборки - это совокупность операций по соединению деталей и сборочных единиц в определенной, экономически целесообразной последовательности с целью получения изделия, отвечающего всем заданным техническим требованиям и условиям.

Для качественной разработки технологии сборки необходимо изучить конструкцию изделия и его отдельных сборочных узлов: назначение, особенности эксплуатации, применяемые материалы, требования по точности, уровень взаимозаменяемости и др. Иными словами, необходимы исходные данные и руководящие материалы для рациональной разработки технологии сборки.

Исходные данные включают в себя:

1. Чертежи изделия и его сборочных единиц.
2. Рабочие чертежи деталей.
3. Ведомости готовых изделий, комплектации и ЗИП (запасной инструмент и принадлежности).
4. Перечень всей аппаратуры и приборов, схемы их монтажа.
5. Общие и частные ТУ на сборочно-монтажные и контрольно-испытательные процессы. ТУ на обеспечение всех форм взаимозаменяемости с расчетами всех сборочных размерных цепей, другие виды ТУ на отдельные виды работ (сварка, клепка и др.).
6. Схемы прокладки всех магистралей (электро-, гидро-, пневмо и др.).
7. Схемы транспортировки сборочных единиц и изделия в целом для процесса производства и отправки потребителю.
8. Программа выпуска изделий и длительность выпуска.
9. График работы предприятия.
10. Руководящие и справочные материалы:
   - инструкция по технике безопасности для всех видов работ,
   - директивные технологические процессы и технологии изделий-аналогов,
   - каталоги подъемно-транспортных средств, оборудования,
   - альбомы сборочно-испытательной оснастки и аппаратуры,
   - справочники и нормативы по нормированию сборочно-испытательных работ, ГОСТы, ОСТы, нормали и др.

Укажем последовательность проектирования технологических процессов сборки и испытаний:

1. Анализ исходных данных.
2. Определение технологической схемы сборки, метода сборки и методик всех видов испытаний.

3. Определение степени разделения сборочных и монтажных работ с учетом принятых схем и методов сборки между механосборочными цехами и цехом общей сборки.

4. Определение уровня взаимозаменяемости всех форм по всем сборочным единицам и изделию в целом и методов его обеспечения.

5. Выбор способа базирования базовой детали или сборочной единицы, исходя из требований точности и принятых методов сборки (расчеты размерных цепей). Базовая деталь (сборочная единица) должна иметь достаточные жесткость, габариты и устойчивость, должна быть удобной для транспортировки.

6. Определение содержания сборочных, монтажных, контрольных и испытательных операций и их наиболее рациональной последовательности.

Любая предыдущая операция не должна препятствовать выполнению работ в последующих операциях. При поточной сборке время каждой операции должно быть равно или кратно ритму (такту):

$$\tau = \frac{60 \cdot \Phi \cdot m}{N}, \qquad (1.1)$$

где Ф - действительный годовой фонд времени, ч;

m - количество рабочих смен на предприятии;

N - годовая программа выпуска изделий.

Содержание операции должно быть записано в повелительной форме, кратко, иметь единственную трактовку.

7. Выбор оборудования, подъемно-транспортных средств и оснастки, методов и средств технического контроля, способов испытаний и необходимых для них устройств (с необходимыми расчетами размерных цепей и экономическими расчетами).

8. Установление режима работы и норм времени на все выполняемые операции.

9. Разработка технических заданий и выдача заказов на проектирование специального оборудования, сборочных стендов, оснастки, контрольно-измерительных и испытательных устройств.

10. Разработка технологических планировок сборочных участков и цехов.

11. Оформление технологической документации:

– карт рабочих технологических процессов;

– технологических паспортов;

– комплектовочных ведомостей на сборочные единицы;

– ведомостей основных и вспомогательных материалов;

– протоколов испытаний;

– чертежей нестандартного оборудования, стендов, специальной оснастки и контрольно-измерительных устройств, испытательных установок и приборов и др.

1.4. ТИПЫ СОЕДИНЕНИЙ И СХЕМЫ СБОРКИ

Сборка - заключительный этап в изготовлении оружия - состоит в соединении деталей в узлы, а узлов и деталей в изделие.

Все многообразие выполняемых при сборке оружия соединений можно привести к следующим основным типам:

1) неподвижные неразборные соединения;
2) неподвижные разборные соединения;
3) подвижные разборные соединения;
4) подвижные неразборные соединения.

Примером неподвижных неразборных соединений могут служить соединения газовой камеры и основания мушки со стволом, соединение ствола со ствольной коробкой, посадка шпилек газовой камеры, посадка опорного вкладыша в ствольной коробке, соединение кронштейна магазина ручного пулемета со ствольной коробкой.

Разборка таких соединений в процессе эксплуатации оружия не предусматривается, так как крайне затруднительна, а иногда связана с порчей деталей. Кроме того, разборка не обеспечивает без специальных приспособлений требуемого взаимного расположения деталей при повторной сборке.

Примером неподвижных разборных соединений могут служить соединения основания мушки с предохранителем и спусковой рамы со ствольной коробкой в ручном пулемете.

Такие соединения могут разбираться в условиях эксплуатации. Неподвижные разборные соединения обеспечиваются посадками глухой, тугой, напряженной и плотной шпильками, винтовыми или клиновыми соединениями, пружинными фиксаторами и защелками.

Подвижные соединения обеспечивают возможность определенного взаимного перемещения сопряженных деталей. Они образуются посредством подвижных посадок по цилиндрическим, коническим, винтовым поверхностям и другими весьма разнообразными способами.

Подвижные соединения обычно выполняются разборными. Однако в отдельных случаях применяются подвижные неразборные соединения: антабки, посадка ролика подающего механизм на стойке затвора ручного пулемета, крепление откидного штыка на карабине, соединение сошек со стволом ручного пулемета.

Выполнение соединений указанных типов и составляет основной вид сборочных работ.

В результате сборки должно быть получено изделие, полностью удовлетворяющее всем требованиям, предъявленным к нему рабочими чертежами и ТУ на изготовление и приемку.

Такими основными требованиями к оружию, которые должны быть осуществлены при сборке, являются:

1) надежная (без задержек) работа всех механизмов оружия;

2) требуемая меткость и кучность боя;

3) взаимозаменяемость для узлов и деталей, предусмотренных в ТУ;

4) установленная живучесть для всех деталей оружия;

5) требуемый вид поверхностей деталей и оружия в целом;

6) правильная комплектация оружия принадлежностями и запасными частями.

Решение задач по осуществлению сборки облегчается разработкой еще в стадии проектирования образца схемы сборочных элементов.

Схемы сборочных элементов показывают порядок комплектования отдельных узлов, подгрупп и изделия в целом. В отличие от конструктивных элементов, определяющих отдельные механизмы оружия, сборочные элементы представляют узлы и группы, которые могут быть собраны отдельно. Схемы сборочных элементов составляют в соответствии с делением изделия на группы и узлы.

Однако составление развернутой схемы сборочных элементов всего оружия представляется в большинстве случаев затруднительным, также затруднительно их использование.

Поэтому развернутую схему (рис.1.1.) сборочных элементов составляют для узлов оружия и укрупненную схему (рис.1.2.) для всего изделия, включающую лишь узлы и детали, непосредственно входящие в изделие.

Такое расчленение развернутой схемы сборочных элементов всего оружия согласуется с организацией сборки оружия, когда последняя разделяется на узловую и общую.

Схемы сборки элементов значительно упрощают проектирование технологических процессов сборок, являясь основой для технологических схем сборки, которые определяют последовательность сборки и характер работ, выполняемых при этом. Технологические схемы сборки (рис.1.3.) являются одним из основных документов, фиксирующих технологический процесс сборки.

Технологические схемы сборки позволяют более полно исследовать технологичность конструкции и внести необходимые изменения, упрощающие сборочный процесс.

Пользуясь технологической схемой сборки, устанавливают в последовательном порядке весь процесс сборки по переходам.

Разбивка процесса на операции при поточной конвейерной сборке определяется темпом сборки, при этом время на выполнение каждой операции должно быть примерно равно или кратно темпу.

Сб. 56 - Р - 327

Сб. 1	1	Ствольная коробка — ствол
Сб. 2	1	Затворная рама — затвор
О — 1	1	Ручка перезаряжания
Сб. 3	1	Спусковая рама — приклад
О — 2	1	Соединительная ось
О — 3	1	Регулятор газовой камеры
О — 4	1	Шайба
О — 5	1	Винт регулятора
О — 6	1	Мушка
Сб. 4	1	Сошки
Сб. О — 1	1	Цевье
56 — Д — 927		Детали запасные
56 — ЖЛ—327	5	Коробка для ленты
56—Л—327	5	Металлическая лента
56—10— 327		Принадлежность
56—Я—327	1/2	Укупорочный ящик для двух изделий 56—Р— 327 и ЗИП
56—ЯД—327	1/10	Укупорочный ящик для ремонтного комплекта ЗИП на 10 изделий
56—Ш—327	1	Чехол для изделий 56 — Р-327
56—ШЖЛ—327	6	Сумка для коробки 56—ЖЛ—327
56—ШР—327	1	Ремень плечевой к изд. 56—Р—327

Рис. 1.1. Развернутая схема сборки ручного пулемета.

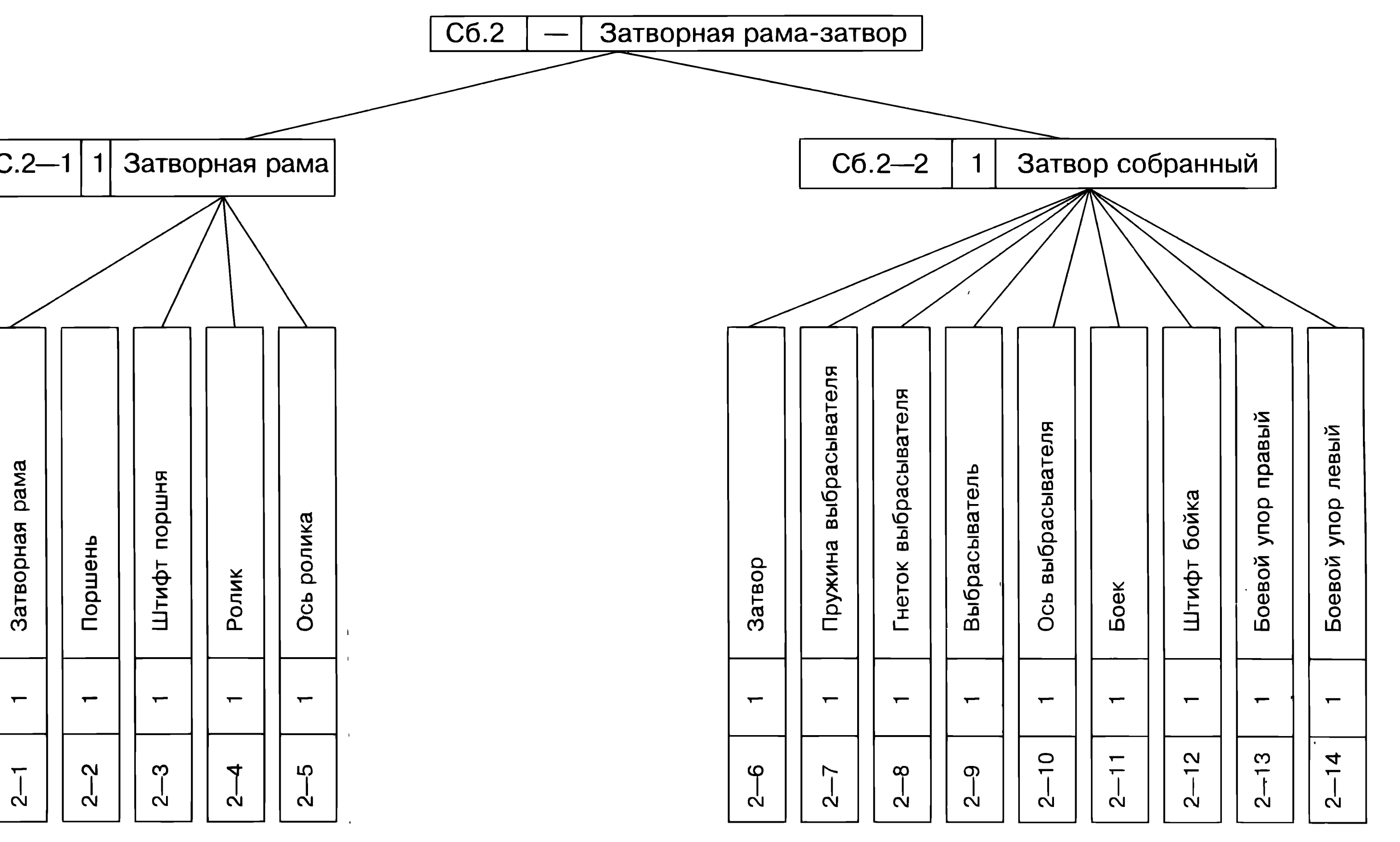


Рис.1.2. Укрупненная схема сборки узла «затворная рама - затвор» ручного пулемета.

Особой заботой при разработке технологических процессов сборки является обеспечение того, чтобы предшествующие операции не затрудняли выполнение последующих, а также чтобы после ответственных операций или после операций, на которых возможен брак, был осуществлен контроль.

Разработка технологических процессов сборки значительно упрощается при наличии образца собираемого изделия, что позволяет установить последовательность сборки путем разборки и последующей сборки образца.

Характер работ, выполняемых при сборке, зависит от характера соединения деталей, а также от вида сборки, определяемого принятым методом решения размерных цепей. Методами выполнения неподвижных соединений служат: сварка, клепка, посадка с натягом, склеивание.

При этом прочность таких неподвижных соединений часто специально оговаривается в ТУ или в рабочих чертежах.

Особое внимание, уделяемое прочности неподвижных соединений, определяется условиями работы деталей автоматического оружия при стрельбе, характеризующимися прежде всего динамичностью нагрузок и вибрациями.

Поэтому можно встретить случаи, когда приклепываемые детали дополнительно подвергают сварке, а детали, сопряженные по прессовым посадкам, дополнительно крепят шпильками.

Посадки с натягом осуществляют или путем разогрева детали с охватывающей поверхностью, или путем запрессовки одной детали в другую.

Прессовые посадки весьма чувствительны к колебаниям натягов, поэтому часто для достижения большей определенности посадки производят селективную сборку.

Для выполнения подвижных соединений не требуется специального оборудования, однако оно необходимо для производства различных пригоночных работ и работ по дополнительной обработке отдельных деталей или сборок. Указанные работы составляют от общей трудоемкости сборки в ряде отраслей до 35%.

Основными направлениями дальнейшего развития технологических процессов сборки следует считать сведение к минимуму пригоночных и других дополнительных работ по механической обработке деталей и сборок, а также максимальную механизацию и автоматизацию всего технологического процесса сборки.

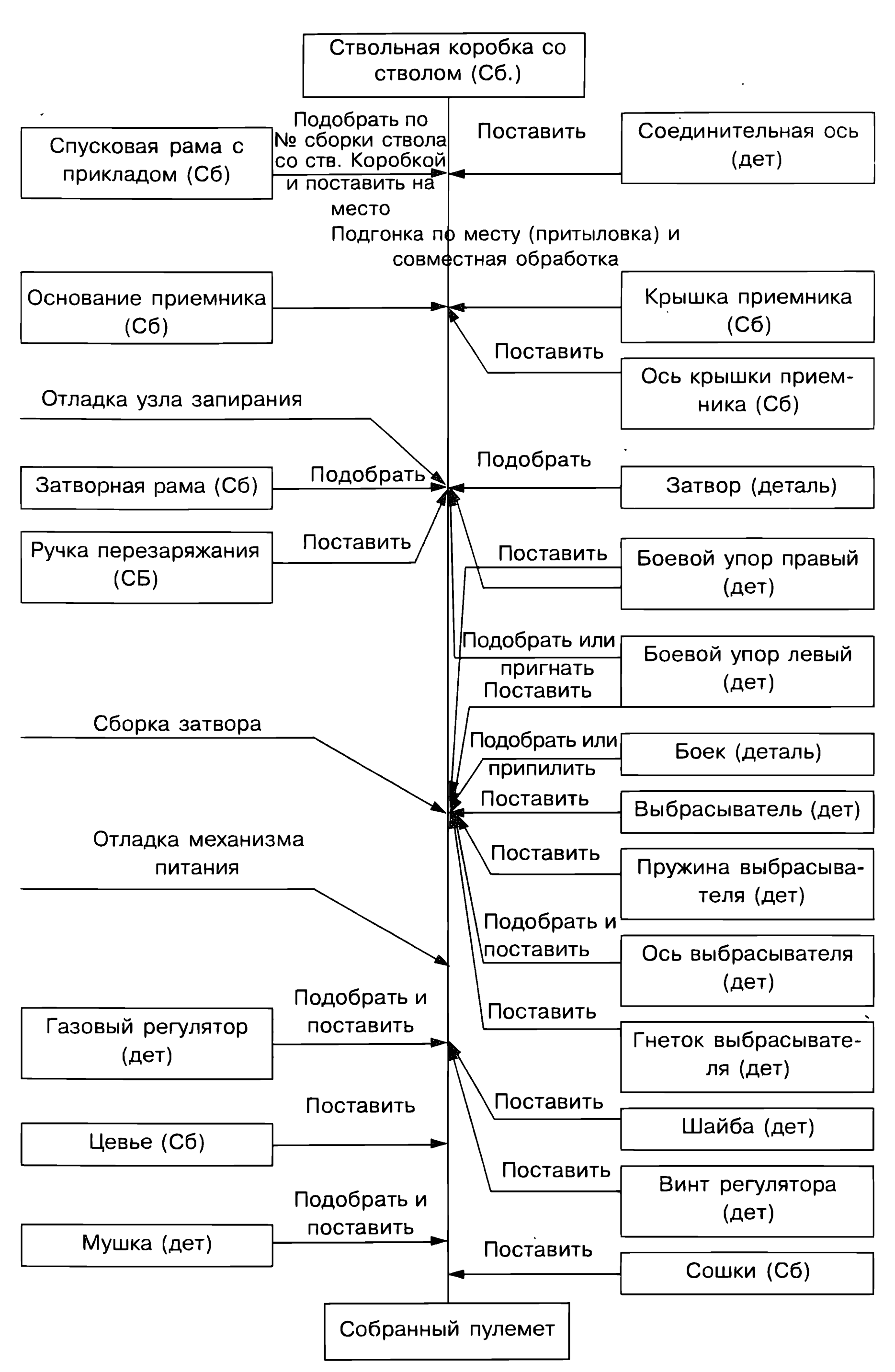


Рис. 1.3. Технологическая схема общей сборки ручного пулемета.

1.4. ВИДЫ СБОРКИ.

Выделение того или иного вида сборки определяется принятым методом решения размерной цепи для собираемого узла.

Известно, что в соответствии с требованиями чертежей и ТУ нормальная работа узла, механизма и оружия в целом зависит от соответствия действительных значений узловых размеров их заданным величинам.

Примером таких узловых размеров могут служить: зазор между чашечкой затвора и пеньком ствола, зацепление боевых упоров затворов (личинок) с соответствующими элементами ствольной коробки (ствола), выход бойка ударника, зазор между зацепом выбрасывателя и чашечкой затвора, зацепления деталей спускового механизма, линейные перемещения и углы поворота ползунов и рычагов механизма подачи и т.д.

Перечисленные примеры показывают, что нормальная работа оружия зависит от большого количества узловых размеров, для каждого из которых существует своя размерная цепь.

Напомним, что размерной цепью данного узлового размера называют совокупность размеров взаимосвязанных деталей узла, определяющих величину узлового размера, расположенных по замкнутому контуру.

Требуемые величины узловых размеров определяют путем соответствующих расчетов (кинематических, динамических и др.), по аналогии с другими существующими образцами, а также на основании специально поставленных экспериментов.

Эти требуемые величины узловых размеров, данные о которых сведены в ТУ, и рабочие чертежи обеспечиваются соответствующим решением размерных цепей.

Основной задачей при этом является решение уравнений точности. При вычислении узлового размера по методу «max» и «min»:

– для размерных цепей с параллельными размерами

$$\delta_\Delta = \sum_{i=1}^{i=n-1} \delta q_i \qquad (1.2)$$

где

δ_Δ - допуск узлового размера;

δq_i - допуск составляющего размера;

n - число всех размеров, составляющих данную размерную цепь;

i -для размерных цепей плоскостных, включающих и угловые размеры;

$$\delta_\Delta = \sum_{i=1}^{i=n-1} \frac{\partial f}{\partial q_i} \delta q_i \qquad (1.3)$$

При вычислении узлового размера по теоретико-вероятностному методу:

– для цепей с параллельными размерами

$$\delta_\Delta = \pm\sqrt{\sum_{i=1}^{i=n-1}\left(k_i\frac{\delta q_i}{2}\right)^2}\quad;\qquad(1.4)$$

– для цепей с угловыми размерами

$$\delta_\Delta = \pm\sqrt{\sum_{i=1}^{i=n-1}\left(\frac{\partial f}{\partial q_i}\frac{\delta q_i}{2}\cdot k_i\right)^2}\quad;\qquad(1.5)$$

где k_i - коэффициент относительного распределения.

Решить уравнение точности размерной цепи - это значит добиться равенства его левой и правой частей, имея в виду, что допуск узлового размера δ_Δ известен.

Различают следующие основные методы решения размерных цепей:

1) метод абсолютной взаимозаменяемости;
2) метод, основанный на законах теории вероятностей;
3) метод технологической компенсации:
   а) посредством подбора деталей;
   б) посредством индивидуальной подгонки;
4) метод конструктивной компенсации.

Метод абсолютной взаимозаменяемости представляет такое решение размерных цепей, при котором детали, включенные соответствующими размерами в качестве звеньев в размерные цепи без какого-либо выбора, подбора или пригонки, достигают заданной точности узловых размеров.

Метод абсолютной взаимозаменяемости является наиболее совершенным методом решения размерных цепей.

Однако из уравнений точности размерных цепей следует, что с возрастанием количества звеньев в цепи происходит возрастание правой части уравнения, что может привести к увеличению ошибки узлового размера за допустимые пределы.

Отсюда вытекает принцип наикратчайшего пути, состоящий в том, что для достижения точности узловых размеров как при конструировании, так и в процессе обработки необходимо осуществлять размерные цепи, содержащие наименьшее количество звеньев.

Применение метода абсолютной взаимозаменяемости наиболее целесообразно при решении размерных цепей, отличаю-

щихся или высокой точностью при малом числе звеньев, или малой точностью при большом числе звеньев.

Из уравнений точности следует, что при n >3 задача определения δq_i при проектных расчетах становится математически неопределенной. В этом случае обычно используют принцип равных влияний, согласно которого

$$\delta q_{i\ \text{ср.}} = \frac{\delta_\Delta}{n-1}\ . \qquad (1.6)$$

Далее, учитывая производственные условия достижения точности на отдельных звеньях, полученное $\delta q_{i\ ср.}$ корректируют так, чтобы не нарушить равенство обеих частей уравнения точности.

При осуществлении технологических процессов сборки обычно приходится иметь дело с поверочными расчетами.

Решение размерных цепей методом абсолютной взаимозаменяемости является основным в размерных цепях оружия.

К числу взаимозаменяемых деталей ручного пулемета относятся: сошки, возвратно-боевая пружина, большой и малый рычаги подачи, предохранитель мушки, муфта ствола, пружина подавателя и др.

В крупнокалиберном пулемете взаимозаменяемы пружина ствола, мушка и предохранитель мушки, извлекатели, возвратно-боевая пружина, фиксаторы, ударник и др.

Сборка по принципу абсолютной взаимозаменяемости осуществляется путем соединения любых из произвольного множества деталей без пригонки, подбора и каких-либо других дополнительных работ, при этом полностью соблюдаются требования чертежей и ТУ, предъявляемых к собираемым узлам и изделию в целом.

Основными достоинствами сборки по принципу абсолютной взаимозаменяемости являются:

1) несложность и экономичность сборки, поскольку последняя сводится к простому соединению деталей без какой-либо их подгонки, подбора и т.д.;

2) использование поточных методов при организации сборочного процесса;

3) возможность широкой кооперации по изготовлению отдельных деталей или узлов, что в большой мере использовалось в годы Великой Отечественной войны;

4) существенное упрощение, ускорение и удешевление ремонта оружия, что особенно важно в полевых условиях;

5) легкое нормирование сборочного процесса, что позволяет достаточно четко выдерживать требуемый темп работы;

6) отсутствие необходимости использования рабочих высокой квалификации при сборке по принципу полной взаимозаменяемости.

Однако применение метода абсолютной взаимозаменяемости в ряде случаев ограничивается соображениями технико-экономического порядка. Можно привести примеры, когда взаимозаменяемость деталей весьма желательна, исходя из условий эксплуатации и ремонта, но при данных условиях производства пока еще не достигнута (например, боевые упоры ручного пулемета).

При осуществлении абсолютной взаимозаменяемости вычисление узловых размеров производят по методу «максимума и минимума». Однако данный метод имеет серьезный недостаток, состоящий в необоснованном завышении точности звеньев размерной цепи.

Действительно, возьмем размерную цепь, имеющую 10 звеньев. Предположим, что распределение действительных размеров каждого звена размерной цепи подчинено закону равной вероятности. Разделив поле допуска каждого звена на 10 равных частей, будем иметь вероятность получения размера каждой части

$$p = \frac{1}{10}. \qquad (1.7)$$

Согласно теореме умножения вероятность получения размерных цепей, у которых все 10 размеров-звеньев принадлежали бы к одной и той же части внутри каждого размера, составит

$$p_и = p_1 p_2 \dots p_{10} = \left(\frac{1}{10}\right)^{10}. \qquad (1.8)$$

Вероятность получения размерных цепей с размерами, принадлежащими к крайним частям (максимальным и минимальным), будет

$$p'_и = \frac{2}{10^{10}} \qquad (1.9)$$

Приведенный пример показывает, что появление размерной цепи с крайними предельными сочетаниями размеров маловероятно.

Сущность метода решения размерных цепей, **основанного на законах теории вероятностей,** состоит в том, что, используя основные положения теории вероятностей, расширяют допуски на все или большинство звеньев размерной цепи, по сравнению с допусками, соответствующими методу абсолютной взаимозаменяемости. При этом рискуют получить некоторый процент размерных цепей, у которых величина допуска узлового размера выйдет за требуемые пределы.

Понятно, что достигаемое при этом расширение допусков звеньев цепи делает обработку деталей более экономичной.

Для расчета допусков звеньев размерной цепи по теоретико-вероятностному методу в случаях совпадения центров группирования отклонений величин каждого из звеньев с серединами соответствующих допусков можно пользоваться формулой

$$\frac{\delta_\Delta^2}{t^2} = \lambda_1\delta_1^2 + \lambda_2\delta_2^2 + \ldots + \lambda_{n-1}\delta_{n-1}^2 , \qquad (1.10)$$

где

$$t = \frac{\delta_\Delta}{2\sigma_\Delta} ;$$

σ_Δ - среднеквадратическое отклонение узлового размера;

λ_1, λ_2, ... - коэффициенты, зависящие от формы кривых распределения ошибок соответствующих звеньев размерной цепи;

δ_1, δ_2, ... - допуски звеньев размерной цепи.

Для определения средней величины допуска при проектном расчете используют также принцип равных влияний

$$\delta_{ср.} = \frac{\delta_\Delta}{t\sqrt{\lambda_{ср.}(n-1)}} \qquad (1.11)$$

значения коэффициентов λ составляют:

$\lambda = \frac{1}{3}$ - для распределения по закону равной вероятности;

$\lambda = \frac{1}{6}$ - когда кривая распределения близка к закону треугольника;

$\lambda = \frac{1}{9}$ - когда кривая распределения близка к закону нормального распределения.

В тех случаях, когда действительный закон распределения неизвестен, рекомендуется $\lambda = \frac{1}{3}$ · Точность результатов, полученных для $\delta_{ср.}$, тем выше, чем больше количество звеньев в размерной цепи.

Для получения удовлетворительных результатов необходимо $n \geq 6$ при $\lambda = \frac{1}{3}$, $n \geq 4$ $\lambda = \frac{1}{6}$ и $n \geq 3$ при $\lambda = \frac{1}{9}$.

Полученные таким образом $\delta_{ср.}$ уточняют с учетом конкретных условий обработки соответствующих элементов деталей.

Для суждения о степени влияния способа вычисления на величину узлового размера при проверочных расчетах решим за

дачу по определению узловых размеров y_1 и y_2 (рис1.4) для деталей подающего механизма ручного пулемета по теоретико-вероятностному методу.

Заметим при этом, что распределение ошибок узлового размера независимо от закона распределения ошибок звеньев размерной цепи при числе звеньев не менее четырех в большинстве случаев подчинено закону нормального распределения. Для решения задачи воспользуемся формулой

$$y_{\substack{\max\\ \min}} = \bar{y} \pm \sqrt{\sum_{i=1}^{i=n-1}\left(k_i \frac{\delta q_i}{2}\right)^2}\ , \qquad (1.12)$$

где

$\bar{y}$ - среднее арифметическое значение узлового размера;

k_i - коэффициент относительного рассеивания, характеризующий, в какой степени рассеивания i-того звена размерной цепи отличается от нормального закона распределения;

δq_i - допуск i-того звена размерной цепи.

Для определения $\bar{y}$ используем теорему: среднее значение суммы случайных величин равно сумме средних значений этих величин.

Таким образом,

$$\bar{y} = \bar{Г} + \bar{Д} + \bar{Е} + \bar{Ж} + \bar{З} - \bar{А} - \bar{Б} - \bar{В} - \bar{И} - \bar{К} - \bar{Л}\ . \qquad (1.13)$$

Вычисление средних арифметических значений $\bar{q}_i$ звеньев цепи может быть произведено по формуле

$$\bar{q}_i = q_i + \frac{\delta q_i^+ + \delta q_i^-}{2} \pm \alpha_i \frac{\delta q_i}{2}\ , \qquad (1.14)$$

где

q_i - номинальный размер; δq_i^+ - верхнее отклонение;
δq_i^- - нижнее отклонение; α_i - коэффициент асимметрии.

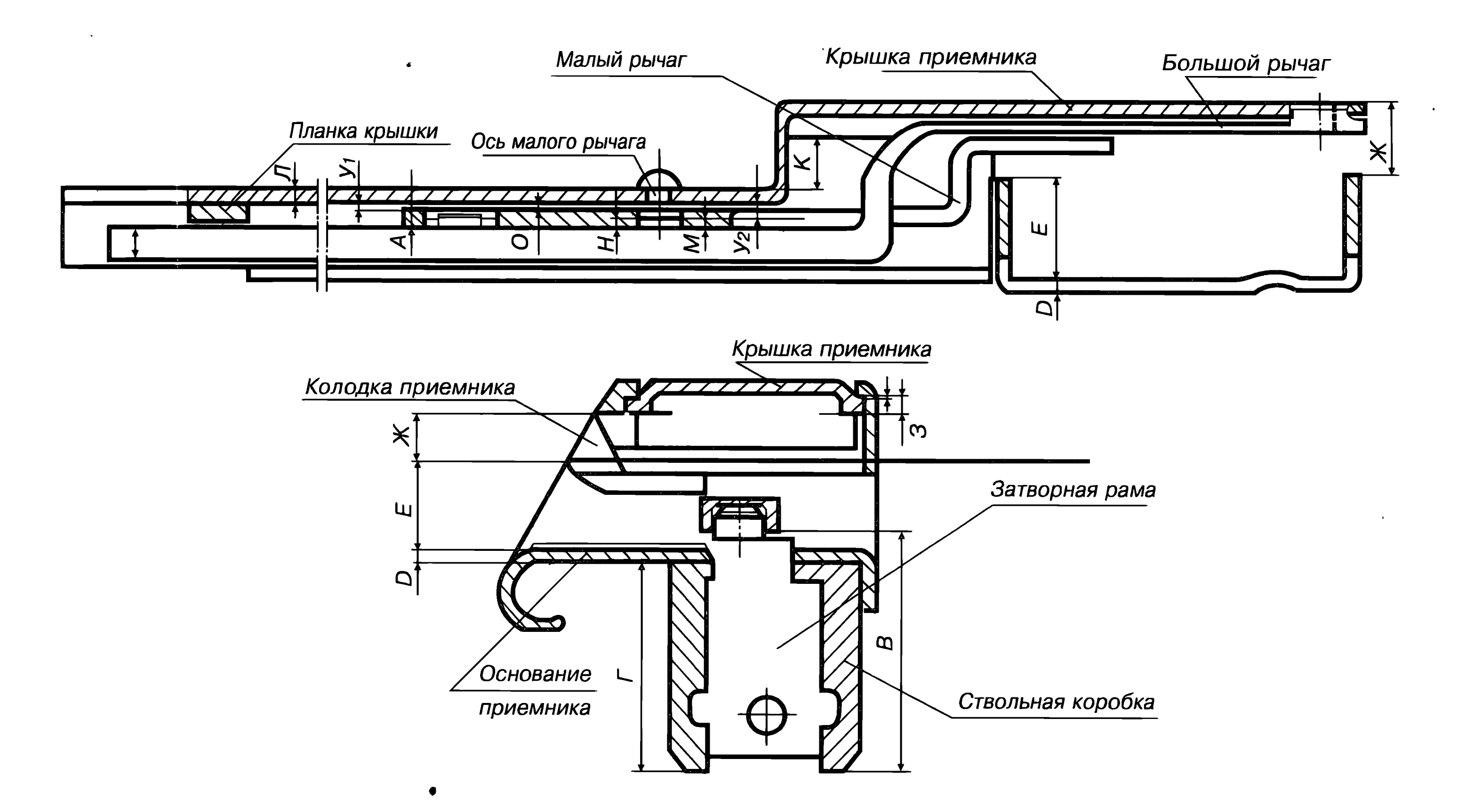


Рис. 1.4. Схема соединения крышки приемника с рычагами подачи ручного пулемета.

Значения коэффициентов α_i и k_i для основных кривых распределения даны в таблице 1.1.

Таблица 1.1

Значения коэффициентов α_i и k_i

№ по пор.	Закон распределения	Эскиз кривой	Характеристика	Коэффициент α_i	Коэффициент k_i
1	Закон нормального распределения, совпадающий с полем допуска	$3\sigma_i$, $3\sigma_i$; $\frac{\delta_i}{2}$, $\frac{\delta_i}{2}$		0	1,0
2	Кривая нормального распределения, симметрично выходящая за обе границы поля допуска	$\frac{\delta_i}{2}$, $\frac{\delta_i}{2}$	Неисправимый брак в % 1 3 5 10	 0 0 0 0	 1,21 1,26 1,44 1,55
3	Кривая нормального распределения, односторонне выходящая за одну границу поля допуска	δ_i; $\frac{\delta_i}{2}$; δ_i	Дополнительная обработка в % 5 10 25	 0,25 0.31 0,40	 1,17 1,18 1,20
4	Закон треугольника			0	1,22
5	Закон равной вероятности			0	1,73
6	Равномерно возрастающее распределение			0,33	1,41

Сравнительные данные узловых размеров для рассматриваемого примера приведены в таблице 1.2.

Таблица 1.2.

Сравнительные данные узловых размеров

Узловой размер	По методу максимума и минимума	По теоретико-вероятностному методу	
		при $\alpha_1 = 0$ $k_i = 1{,}732$	при $\alpha_1 = 0$ $k_i = 1$
$y_{1\,max}$ $y_{1\,min}$	1,92 0,01	1,482 0,458	1,265 0,675
$y_{2\,max}$ $y_{2\,min}$	2,82 0,73	2,198 1,162	1,98 1,38

Из таблицы видно, что внедрение в практику теоретико-вероятностного метода решения размерных цепей может существенно повысить технико-экономическую эффективность производства. Сборочные работы при решении размерных цепей методом, основанном на законах теории вероятностей, производят так же, как и при методе абсолютной взаимозаменяемости, путем соединения любых сопрягаемых деталей без пригонки, подбора или какой-либо другой дополнительной обработки.

Решение размерных цепей и соответственно сборка оружия посредством технологической компенсации имеет достаточно большое применение в оружии.

Сущность метода технологической компенсации состоит в том, что всем или отдельным звеньям размерной цепи придают увеличенные, по сравнению с решением цепи по методу абсолютной взаимозаменяемости, допуски, обычно соответствующие экономическим точностям обработки, при этом достижение требуемого узлового размера осуществляют пригонкой, как правило, одной какой-либо детали, совместной дополнительной обработкой группы деталей или подбором одной или нескольких деталей.

Размеры, вследствие изменения которых осуществляют компенсацию повышенных погрешностей узлового размера, называют компенсирующими.

Если обозначать

δ_Δ - допуск узлового размера;

δ_x - величина колебания узлового размера, получаемая при расширенных допусках звеньев цепи;

$\Delta_к$ - величина компенсации, то получим

$$\Delta_k = \delta_x - \delta_\Delta , \qquad (1.15)$$

или в общем виде при расчете по методу «максимума и минимума»

$$\Delta_K = \sum_{i=1}^{i=n-1} \frac{\partial f}{\partial q_i} \delta q_i - \delta_\Delta \cdot \qquad (1.16)$$

При расчете по теоретико-вероятностному методу

$$\Delta_K = \sqrt{\sum_{i=1}^{i=n-1} \left(\frac{\partial f}{\partial q_i} \delta q_i k_i \right)^2} - \delta_\Delta \cdot \qquad (1.17)$$

Рассмотрим первоначально технологическую компенсацию посредством индивидуальной подгонки компенсирующего размера по месту применительно к размерной цепи с параллельными размерами (рис.1.5).

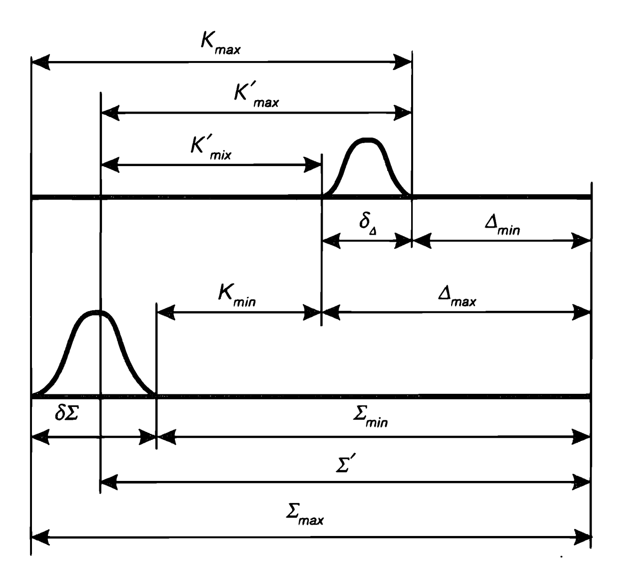


Рис.1.5. Схема расчета компенсирующего звена.

где Σ - сумма всех размеров цепи, за исключением компенсирующего k и узлового Δ. Замыкающим звеном такой размерной цепи при заданных $\Delta_{\substack{max\\min}}$ и $\Sigma_{\substack{max\\min}}$ будет компенсирующий размер k, предельные размеры которого составят

$$k_{max} = \Sigma_{max} - \Delta_{min} ,$$
$$k_{min} = \Sigma_{min} - \Delta_{max} . \qquad (1.18)$$

Таким образом, при подгонке по месту увеличенные допуски звеньев размерной цепи компенсируются тем, что действитель-

ный размер устанавливается в соответствии с действительным размером Σ. Величина компенсирующего размера до пригонки должна быть не менее k_{max} для «валов» (охватываемых поверхностей) и не более k_{min} для «отверстий» (охватывающих поверхностей).

Отсюда следует, что максимально возможный припуск на подгонку будет

$$h_k \geq k_{max} - k_{min} \geq \delta_\Sigma + \delta_\Delta . \qquad (1.19)$$

Точность выполнения компенсирующего размера при пригонке соответственно действительному размеру Σ' будет

$$k'_{max} = \Sigma' - \Delta_{min} ,$$
$$k'_{min} = \Sigma' - \Delta_{max}, \qquad (1.20)$$

т.е.

$$\delta_k = \delta_\Delta . \qquad (1.21)$$

В размерных цепях, где компенсирующий размер не совпадает с направлением узлового размера,

$$h'_k = \frac{\partial f}{\partial k} h_k \qquad (1.22)$$

и

$$\delta'_k = \frac{\partial f}{\partial k} \delta_k , \qquad (1.23)$$

где $\frac{\partial f}{\partial k}$ — коэффициент приведения компенсирующего размера на линию узлового размера.

Технологическая компенсация при сборке путем подгонки является наиболее несовершенным видом сборки, так как при этом из-за переменной величины припуска на подгонку затрудняется нормирование сборочных работ, нарушается темп сборки, требуется установка в сборочном цехе металлорежущих станков, что загрязняет цех, повышается трудоемкость сборочных работ и, наконец, при сборке методом подгонки, осуществляемой часто вручную, требуются рабочие высокой квалификации.

Вместе с тем этот вид сборки имеет еще достаточно большое применение в технологических процессах сборки оружия. Например, подгонка боевых упоров по шашкам и по прилеганию к опорным поверхностям ствольной коробки, пригонка спусковой рамы к ствольной коробке в ручном пулемете, пригонка основания спуского механизма для запирания затыльником, пригонка выступов шептала по прилеганию к боевым выступам затвора, пригонка плоскости ствольной коробки под приемник в крупнокалиберном пулемете.

Большое количество пригонок выполняется при отладке механизмов подачи как в ручном, так и в крупнокалиберном пулемете.

Более совершенным методом технологической компенсации является подбор деталей. Последний осуществляют путем непосредственного подбора или путем предварительной сортировки на группы (селективная сборка).

Основным требованием к сборке путем подбора деталей является быстрая подбираемость компенсирующей детали. Подбираемость же компенсирующей детали определяется величиной допуска компенсирующего размера, а также соответствием законов распределения размеров K и Σ.

Наиболее благоприятные условия подбираемости будут тогда, когда законы распределения размеров K и Σ одинаковы.

Чтобы обеспечить возможно быструю подбираемость компенсирующего размера при непосредственном подборе, его следует изготавливать с возможно меньшим допуском.

Примером непосредственного подбора деталей в крупнокалиберном пулемете является соединение упора ствола со стволом, подбор бойка по выходу за зеркало боевой личинки, подбор роликов затвора для требуемой посадки в ствольной коробке, подбор стволов при комплектации пулемета и др.

В ручном пулемете подбирают предохранитель мушки для тугой посадки в основании, ушко ствольной коробки должно садиться в коробку без качки, подбирают также детали прицела для требуемого характера соединений и др.

В самозарядном карабине подбирают толкатель, чтобы обеспечить его утопание в пределах 0 — 1 мм, мушку с полозком мушки для соединения без качки, защелка скобы должна обеспечить тугую посадку в ствольной коробке и др.

Существенным недостатком метода непосредственного подбора является его сравнительная длительность и зависимость качества сборки от квалификации рабочего.

Метод предварительной сортировки деталей на группы (селективная сборка) представляет такое решение размерных цепей, при котором требуемая точность узлового размера достигается путем включения в размерную цепь звеньев, принадлежащим деталям, предварительно рассортированным на группы.

При этом все детали обрабатывают с экономическими точностями. Такой метод решения размерных цепей получил применение для коротко-звеньевых цепей (3—4 звена), отличающихся высокой точностью узлового размера.

Рассмотрим общий случай, когда допуски сопрягаемых деталей 1 и 2 в трехзвенной цепи не одинаковы и составляют δ_1 и δ_2 (рис. 1.6).

Характеристиками такого сопряжения при полных полях допуском будут:

Δ_{min} — основная характеристика посадки:

$$\Delta_{max} = \Delta_{min} + \delta_1 + \delta_2 ;$$

$$\Delta_{ср.} = \Delta_{min} + \frac{\delta_1 + \delta_2}{2}$$

$$\delta_\Delta = \delta_1 + \delta_2 .$$

Произведем сортировку обеих деталей на «n» групп, при этом, как в идно из схемы, для получения более стабильных характеристик сопряжения необходимо соединять группы $1_1 - 1_2$, $2_1 - 2_2$, $3_1 - 3_2$ и т.д.

Характеристиками таких соединений будут:

1) для группы $1_1 - 1_2$

$$\Delta_1 \min = \Delta\min + \frac{\delta_1}{n}(n-1); \ \Delta_1 \max = \Delta_1 \min + \delta_1 + \frac{\delta_2}{n}; \quad (1.25)$$

$$\Delta_1 ср = \Delta\min + \left(1 - \frac{1}{2n}\right)\delta_1 + \frac{\delta_2}{2n} ; \quad \delta_{\Delta_1} = \frac{\delta_1}{n} + \frac{\delta_2}{n} ;$$

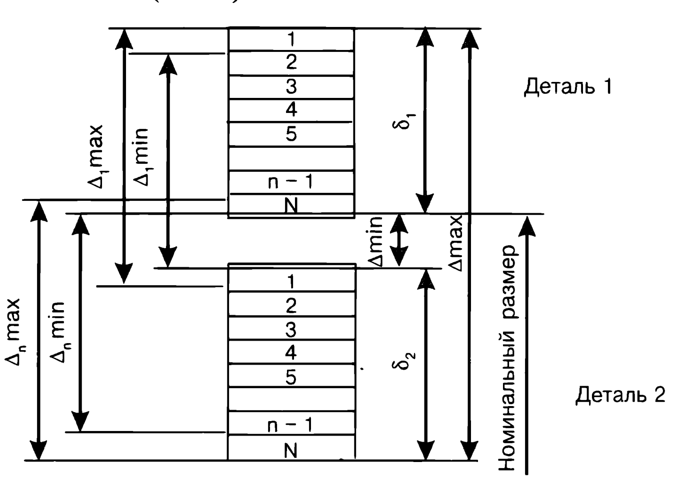


Рис. 1.6. Характеристики сопряжения при селективной сборке.

2) для группы $n_1 - n_2$

$$\Delta_n \min = \Delta\min + \frac{n-1}{n}\delta_2; \ \Delta_n \max = \Delta_n \min + \frac{\delta_1}{n} + \delta_2 ; \quad (1.26)$$

$$\Delta_n ср = \Delta\min + \left(1 - \frac{1}{2n}\right)\delta_2 + \frac{\delta_1}{2n} ; \quad \delta_{\Delta_n} = \frac{\delta_1}{n} + \frac{\delta_2}{n} .$$

Из приведенных характеристик посадок видно, что допуски зазоров для всех групп будут одинаковы и совпадают

$$\delta_{\Delta i} = \frac{\delta_\Delta}{n} \quad (1.27)$$

т.е. точность узлового размера повышена во столько раз, на сколько групп рассортированы сопрягаемые детали.

Средние зазоры для различных групп в рассматриваемом случае будут различны. При равных допусках на сопрягаемые детали средние зазоры для различных групп будут одинаковы.

Практически метод предварительной сортировки деталей на группы осуществляют путем применения дополнительных калибров и постановки операций разборки на группы и клеймения деталей. Данный метод решения размерных цепей получил большое применение в стрелковом оружии. Например, в самозарядном карабине соединение прицельной колодки, газовой камеры, кольца ложи и трубки ствола со стволом производят с предварительной сортировкой посадочных размеров на две группы (таблица 1.3).

В автомате на две группы разбраковывают основание мушки и колодки мушки.

В ручном пулемете на две группы разбраковывают стволы и газовые камеры.

В большинстве образцов оружия или только штифты, или и штифты и отверстия также предварительно разбраковывают на группы.

Метод селективной сборки, основанный на организационных мероприятиях, связанных с разбраковкой деталей, изготовленных с расширенными допусками на группы, имеет большие преимущества по сравнению с методом индивидуальной подгонки, особенно при массовом изготовлении деталей.

Сборка при таком методе решения размерных цепей по характеру выполняемых при этом работ, исключая сортировку и иногда клеймение деталей, причем не будет отличаться от сборки, основанной на абсолютной взаимозаменяемости деталей. Однако эксплуатационная взаимозаменяемость деталей в этом случае будет возможна только при сопряжении соответствующих групп деталей.

Под методом конструктивной компенсации понимается такое решение размерных цепей, при котором требуемая точность узлового размера достигается регулировкой одного из звеньев цепи.

Все звенья размерной цепи в этом случае изготовляются с экономическими точностями.

Конструктивный метод компенсации в сравнении с технологическим методом позволяет получать большую точность узлового размера, обеспечивает высокую технико-экономическую эффективность технологического процесса сборки, а также позволяет легко восстанавливать первоначальные значения узловых размеров, нарушенные при эксплуатации из-за износа деталей и деформаций.

Таблица 1.3.

Предварительная сортировка посадочных размеров

№ группы	Посадка прицельной колодки		Посадка кольца ложи		Посадка газовой камеры		Посадка трубки ствола	
	Диаметры в мм							
	ствола	прицельной колодки	ствола	кольца ложи	ствола	газовой камеры	ствола	трубки ствола
I	18,595—18,572	18,522—18,545	17,075—17,057	17,017—17,035	16,075—16,057	16,017—16,035	14,05—14,025	13,995—14,02
II	18,572 18,55	18,5—18,522	17,057—17,04	17,0 17,017	16,057 16,04	16,0 16,017	14,025—14,0	13,97—13,995
Технологические размеры	18,595—0,045	$18,5^{+0,045}$	17,075 0,035	$17,0^{+0,035}$	16,075—0,035	$16,0^{+0,035}$	14,05—0,05	$13,97^{+0,05}$

Конструктивная компенсация осуществляется либо введением в размерную цепь специальной детали (механизма), либо перемещением одной из деталей.

По характеру изменения узлового размера компенсаторы бывают ступенчатого и бесступенчатого регулирования.

В компенсаторах ступенчатого регулирования требуемая точность компенсации достигается или путём последовательного включения в узел деталей с различными значениями компенсирующего размера, или путем изменения компенсирующего размера путем перемещения компенсирующей детали с фиксацией в заданных положениях. Примером первого типа ступенчатых компенсаторов могут служить прокладочные кольца под гайку шатуна в узле запирания станкового пулемета Максима; примером первого типа является сопряжение бойка с ударником в крупнокалиберном пулемете КПВ.

Точность при ступенчатой компенсации ограничивается конструкцией компенсатора. Например, в ПМ толщина прокладок составляет 0,076 мм и 0,127 мм, и таким образом, точность компенсации будет не выше 0,076 мм.

Точность компенсации в примере выхода бойка КПВ, где поворот фиксируется шпилькой в двух взаимно перпендикулярных направлениях (на 90°), составит при шаге резьбы в 1 мм 0,25 мм.

Компенсаторы плавного регулирования обеспечивают любую точность компенсации, поскольку она определяется плавным перемещением компенсирующей детали с возможностью фиксации в любом положении. Компенсаторы плавного регулирования представляют собой обычно механизмы. Примером компенсаторов этого типа могут служить клиновой компенсатор в узле запирания станкового пулемета СГМ, винтовые компенсаторы в мушках, винтовой компенсатор возвратной пружины ПМ.

Расчет характеристик метода выполняется аналогично методу технологической компенсации. Сборочные работы при решении размерных цепей методом подвижного компенсатора по сравнению с методом абсолютной взаимозаменяемости будут дополняться только регулировкой узловых размеров. Поэтому метод конструктивной компенсации следует считать одним из эффективных методов решения размерных цепей.

1.6. ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ФОРМЫ СБОРКИ

Организационные формы сборки бывают различными и определяются типом производства.

В индивидуальном производстве и при изготовлении опытных образцов оружия сборка обычно выполняется одним или несколькими высококвалифицированными рабочими.

По мере увеличения размера программного задания происходит дифференциация процесса сборки, проявляющаяся сначала в отделении узловой сборки от общей сборки, а затем в дальнейшей дифференциации процесса узловой и общей сборки. Наивысшая степень дифференциации процесса сборки происходит в поточно-массовом производстве.

В соответствии с построением технологического процесса сборки изменяются и ее организационные формы.

Основными организационными формами сборки являются стационарная и подвижная сборки.

Стационарная сборка выполняется на одном рабочем месте, к которому подаются все необходимые детали.

Стационарная сборка может осуществляться по принципу концентрации или дифференциации. В первом случае весь сборочный процесс оружия выполняют на одном рабочем месте одной группой рабочих. Такая сборка характерна для опытного оружия. Стационарная сборка по принципу дифференциации предусматривает выделение отдельных рабочих мест для выполнения узловой и общей сборки. Эта форма сборки характерна для опытной серии.

Дальнейшая дифференциация процесса сборки при данной организационной форме приводит к поточной сборке на неподвижных рабочих местах. Частично такая форма применена при сборке крупных артиллерийских систем.

Недостатками стационарной сборки являются длительность процесса сборки (это не относится к поточной сборке на неподвижных рабочих местах, длительность которой определяется так же, как и для подвижной сборки), потребность в больших производственных площадях, необходимость рабочей силы высокой квалификации.

Подвижная сборка выполняется при перемещении собираемого объекта от одного рабочего места к другому, при этом на каждом рабочем месте производится одна постоянно повторяющаяся операция. Рабочие места оборудуются станками, приспособлениями и инструментами для выполнения необходимой работы, к ним же подаются детали и сборки. Эта форма сборки преимущественно применяется в производстве стрелкового оружия. Подвижная сборка осуществляется двумя способами:

1) со свободным перемещением собираемого объекта в процессе сборки с помощью рольгангов, тележек и других транспортных средств;

2) с принудительным движением собираемого объекта при помощи различных типов конвейеров.

Сборка с принудительным движением собираемого объекта обеспечивает более строгое поддержание темпа выпуска.

В производствах стрелкового оружия в основном применяют сборку с принудительным движением собираемого объекта с помощью конвейеров.

Темп выпуска на сборке определяют по уравнению

$$\tau_{сб} = \frac{60T_{см} - (T_{об} + T_{п})}{N_{см}} \text{ мин} \qquad (1.28)$$

где $T_{см}$ — длительность рабочей смены в часах;

$T_{об}$ — потеря времени в течение смены на обслуживание рабочего места в мин;

$T_{п}$ — потеря времени в течение смены в *мин* на регламентированные перерывы для отдыха и удовлетворения естественных потребностей рабочих;

$N_{см}$ — программный выпуск за смену в штуках.

При организации сборки необходимо иметь в виду, что многие сборочные работы обычно требуют от сборщика повышенного (по сравнению с процессами механической обработки) физического и умственного напряжения. Поэтому время $T_{п}$ при сборке иногда доходит до 7% от оперативного времени.

Перемещение конвейера при поточной сборке может быть непрерывным или периодическим. При непрерывном движении конвейера оперативное время на выполнение сборки должно быть не более рассчитанного темпа, в противном случае необходимо дублировать операцию.

При сборке оружие снимают с конвейера и необходимые работы выполняют на специально оборудованных рабочих местах.

Скорость перемещения конвейера в этом случае устанавливают

$$v_{к} = \frac{\ell}{\tau_{сб}} \text{ м/мин}, \qquad (1.29)$$

где ℓ — длина рабочего места в м.

При большой длительности темпа иногда нецелесообразно перемещать конвейер с малой скоростью. В таких случаях конвейеру сообщают движение периодически с целью передачи собираемого объекта с одного рабочего места на другое, а в процессе выполнения сборочных работ конвейер остается неподвижным.

Здесь время оперативной работы $t_{оп}$ должно быть менее темпа на время $t_{к}$, затрачиваемое на перемещение конвейера.

$$t_{оп} = \tau_{сб} - t_{к}, \qquad (1.30)$$

где $t_{к} = \frac{\ell}{v_{к}}$ мин

$v_{к}$ — установленная скорость быстрого перемещения конвейера.

1.7. ТЕХНОЛОГИЯ НЕПОДВИЖНЫХ НЕРАЗБОРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

1.7.1. Технология заклепочных соединений

Процесс соединения деталей заклепками состоит из следующих операций:

— сверление или пробивание отверстия под заклепку (а);

— зенкование или штамповка гнезда под закладную головку заклепки при потайной клепке (б);

— установка заклепки в отверстие (в);

— сжатие склепываемых деталей (силами Q) и образование замыкающей головки (силами P), т.е. собственно клепки (г);

— контроль качества соединения.

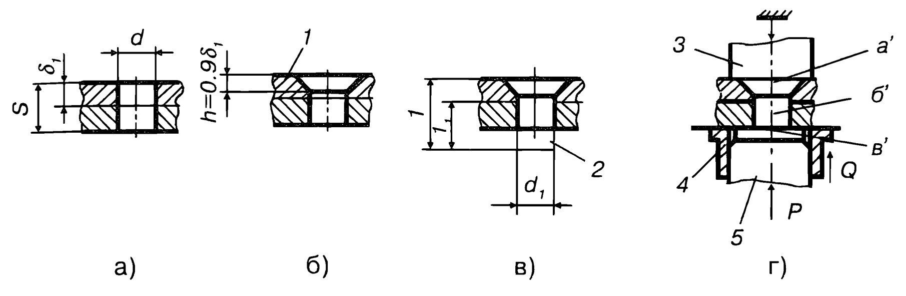


Рис. 1.6. Соединение деталей заклепками:
1 — склепываемый пакет; 2 — заклепка; 3 — упор; 4 — прижим; 5 — пуансон.
а' — закладная головка; б' — стержень заклепки;
в' — замыкающая головка.

Применяют горячую и холодную клепку. В производстве оружия в основном применяют холодную клепку. При этом способе клепки лучше заполняется отверстие стержнем заклепки, не изменяется структура материала заклепки, не снижаются механические характеристики материалов и значительно облегчается производство клепальных работ.

Заклепки изготовляют из сплавов и сталей с выступающей и потайной закладными головками.

Применяемые в оборонной промышленности заклепки нормализованы и имеют шифр, указывающий форму закладной головки, марке материалов, диаметр и длину стержня. Для того, чтобы по внешнему виду различать марку материала, на головках заклепок ставят условные знаки в виде выпуклых или углубленных точек, крестиков и т.д. (табл. 1.4).

Таблица 1.4

Материалы заклепок и их маркировка.

Параметр	Сталь			Алюминиевый сплав		
	15А	20ГА	30ХГСА	В94	Д18П	АМц
Напряжение на срез, МПа	320	550	700	300	200	100
Маркировка	·	· ·	⸫	—	+	Δ

Процесс клепки заключается в осаживании стержня заклепки и образовании из выступающей части стержня (l_1) замыкающей головки требуемой формы. В оборонной промышленности наиболее распространены сферическая и плоская формы замыкающей головки заклепки.

Общая длина заклепки (ℓ) для соединения пакета толщиной (S) определяется из формулы:

$$\ell = S + \ell_1; \qquad \ell_1 \approx 1{,}3d, \tag{1.31}$$

где ℓ_1 — припуск на замыкающую головку.

Образование замыкающей головки производится методом прессования или ударом. При прессовой клепке применяют клепальные прессы или автоматы, а при ударной — пневматические клепальные молотки (табл. 1.5).

Прессовая клепка характеризуется тем, что замыкающая головка заклепки формируется при равномерном сжатии стержня. Прессовую клепку различают одиночную и групповую. В первом случае за один ход пресса расклепывается одна заклепка, а во втором случае — несколько.

Таблица 1.5.

Технические характеристики клепальных прессов.

Тип пресса	Количество заклепок расклепываемых за один ход			Усилие на плунжере, кН	Число рабочих ходов в минуту	Расстояние от поля до центра проема пресса, мм	Рабочий проем пресса, мм		Габариты, мм		
	До Ø 3 мм	До Ø 5 мм	До Ø 7 мм				вылет длина	зев высота	длина	высота	ширина
КП 501А	28	10	40	300	12-20	1400	1050	600	250	240	93
КП-405	12	4	1	120	15-20	1350	300	700	270	245	70
Г6-25-55К	1	1	1	50	до 20	—	50	50	170	170	35

Клепальные прессы по эксплуатационному признаку разделяются на стационарные и переносные. Возможность применения того или иного типа пресса зависит от подходов к месту клепки, диаметра расклепываемых заклепок, размеров узлов и других конструктивных и технологических факторов.

Общее оперативное время процесса клепки представляет собой сумму оперативных времен входящих в него операций:

$$\text{Топ} = \text{Топ.с} + \text{Топ.з} + \text{Топ.у} + \text{Топ.к} \ , \qquad (1.32)$$

где Топ.с , Топ.з , Топ.у , Топ.к — оперативное время соответственно на сверление и зенкование отверстия, установку заклепки и клепку замыкающей головки.

Ударная клепка характеризуется тем, что замыкающая головка заклепки образуется за несколько ударов клепального молотка. Пневматические клепальные молотки благодаря незначительным размерам и массы применяются на узловой и общей сборке.

Преимущества прессовой клепки:

— высокое повышение производительности труда;

— стабильность качества соединений;

— лучшее качество поверхности клепаного шва;

— незначительность местных и общих деформаций изделия;

— улучшение условий труда в результате отсутствия шума и вредного воздействия ударов на организм рабочего.

В процессе изготовления клепаных конструкций контролируют качество внутренних поверхностей и размеры отверстий; форму и размеры гнезд для заклепок; форму и размеры закладных и замыкающих головок, а также плотность прилегания соединяемых деталей в готовом шве.

В зависимости от объекта сборки и месторасположения на нем заклепочных швов качество соединения контролирется пооперационно (на каждой операции), по готовому шву и на готовом изделии.

Наиболее распространенными методами контроля заклепочного шва являются: визуальный осмотр и округление размеров основных параметров шва универсальным и специальным инструментом.

Основными мероприятиями по повышению качества заклепочных соединений являются: механизация и автоматизация процессов клепки; создание и внедрение в производство приспособлений, обеспечивающих заданную геометрию шва.

С точки зрения техники безопасности основными причинами, вызывающими профессиональные заболевания и несчастные случаи, являются:

— выбрационные колебания пневматических клепальных молотков;

— значительный шум пневматических дрелей и молотков,

— недостаточно жесткое крепление собираемых изделий и инструмента.

Поэтому особое внимание стали уделять применению оборудования и оснастки с виброгасящими устройствами и шумопоглотителями (глушителями).

В последнее время нашли широкое распространение сферодвижные клепальные автоматы (бесшумность, производительность и высокое качество).

1.7.2. Технология сварных соединений

Сварка представляет собой процесс получения неразборного соединения, при котором в результате местного нагрева и давления возникают силы молекулярного сцепления соединяемых деталей.

Сварка как метод соединения применяется при сборке металлических и неметаллических материалов.

Различают сварку плавлением и сварку давлением.

Сварка плавлением может быть дуговой и газовой.

Наибольшее распространение получила дуговая сварка вследствие простоты сварочного оборудования и возможностью широкой автоматизации сварочных работ.

Дуговая сварка выполняется плавящимся металлическим электродом, являющимся одновременно и присадочным металлом.

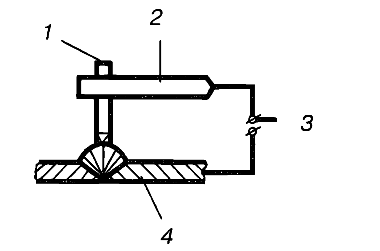


Рис. 1.7. Схема электродуговой сварки:
1 — электрод; 2 — электродержатель;
3 — источник тока;
4 — свариваемые детали.

В производстве оружия наибольшее распространение получили следующие методы дуговой сварки:

— аргоно-дуговая ручная и автоматическая;

— автоматическая под слоем флюса;

— ручная плавящимся электродом.

Технологический процесс сварки включает следующие виды работ:

— вспомогательные операции (подготовка деталей к сварке, правка сварных конструкций, удаление флюса и очистка и т.д.);

— сборочные операции (установка деталей в приспособление и закрепление их);

— сварочные операции (прихватка и сварка);

— контрольные операции (контроль подготовки кромок, качества прихватки и сварки).

Подготовка деталей к сварке включает: разметку, отработку и контроль.

Обезжиривание поверхности кромок включает: протирку раствором (поташа), промывку в горячей воде, сушку.

Сборка изделия и прихватка деталей включает: установку в приспособлении, прихватку и контроль.

Доработка деталей после прихватки включает: устранение прижогов, правка и контроль.

Сварка деталей включает выбор режима сварки, образование шва за один или несколько проходов, правка швов.

Правка сваренных конструкций включает: рихтовку и контроль.

Термообработка изделия включает: тормообработку и очистку от окалин.

Удаление флюсов с поверхности швов и покрытие включает: механическую очистку, химическую очистку, контроль шва и нанесение защитных покрытий.

Газовая (кислородно-ацетиленовая) сварка проводится с помощью сварочной горелки. Газовой сваркой соединяют изделия из легких сплавов и конструкционных сталей. Для сварки стальных изделий применяют присадочную проволоку из малоуглеродистой стали, а для изделий из цветных металлов химический состав присадочной проволоки должен быть близок к составу свариваемого изделия. Для защиты расплавленного металла от воздействия атмосферного воздуха присадочная проволока обмазывается различными флюсами. Пламя вытекающих из горелки газов имеет температуру 3100 — 3300 °С.

В последнее время внедряются новые виды сварки — сварка электронным лучом в вакууме, плазменная и лазерная сварка (табл. 1.6).

Сварка электронным лучом применяется при соединении деталей из тугоплавких и редких сплавов, а также высокопрочных сталей при глубине проплавления 0,3—1,5 мм.

Для электронно-лучевой сварки в вакууме применяется электронно-лучевая установка типа У — 250А с пушкой У — 530М. Давление в вакуумной камере составляет $1{,}33 \cdot 10^{-3}$ Па.

Таблица 1.6.

Мощность нагрева.

№ п/п	Источник нагрева	Максимальная удельная мощность, Вт/мм²
1.	Ацетилено-кислородное пламя	$5*10^2$
2.	Сварочная дуга	$1*10^3$
3.	Электронный поток	$1*10^7$
4.	Луч оптического квантового генератора (в импульсе)	1*10[illegible]

Высокая концентрация энергии сводит к минимуму зону термического влияния, уменьшает сварочные деформации и остаточные напряжения.

При сварке плавлением в результате местного нагрева и последующего охлаждения возникают нестабильные закалочные структуры и внутренние напряжения, которые вызывают изменение размеров и формы изделий (искривление, скручивание и т.д.), показанные на рис. 1.8.

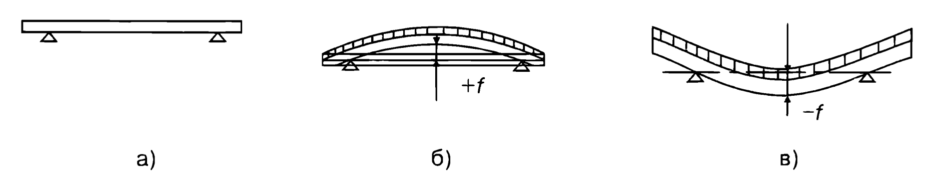


Рис. 1.8. Изменение формы деталей при сварке:
а — исходное состояние; б — после сварки; в — после охлаждения.

С целью уменьшения деформации изделий при сварке применяют дополнительный нагрев или изменяют последовательность сварки. При дополнительном нагреве исключается резкое охлаждение, снижается опасность образования трещин и снижается величина внутренних напряжений. Окончательную правку изделий проводят механическим способом (на прессах или в ручную).

В производстве оружия широко применяют электроконтактную (или ультразвуковую) точечную и роликовую сварку, которая относится к сварке давлением (рис. 1.9).

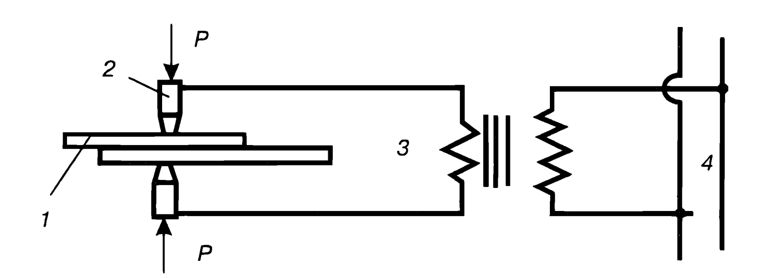


Рис. 1.9. Схема электроконтактной точечной сварки:
1 — изделие; 2 — электрод; 3 — трансформатор;
4 — сеть переменного тока.

При ультразвуковой сварке в качестве источника энергии используются упругие колебания высокой частоты, разрушающие окисные пленки и способствующие развитию высоких температур в зоне контакта.

Достоинствами этого вида сварки являются:

— возможность сварки металлов с различными физическими свойствами;

— незначительный нагрев свариваемых металлов.

Технологический процесс электромагнитной и ультразвуковой точечной и роликовой сварки состоит из ряда операций: подготовка поверхностей деталей к сварке, предварительная сборка и прихватка деталей, сварка, контроль качества, термообработка, нанесение защитных покрытий, окончательный контроль изделия.

В процессе сборочно-сварочных работ контролируется: качество исходных материалов на основании механических испытаний, химических анализов и проб на свариваемость; качество подготовки деталей к сварке (по степени очистки кромок и подгонки контактных поверхностей); качество сварки (по режимам процесса сварки); качество каждого шва (при их наложении в один или несколько слоев); размеров и форму швов.

С точки зрения техники безопасности запрещается проводить: сварочные работы на изделиях, находящихся под давлением; производство сварочных работ на расстоянии менее 5 м от легковоспламеняющихся и огнеопасных материалов; сварочные работы без надежной приточно-вытяжной вентиляции, без заземления корпусов электросварочных агрегатов и изделий, без щитков или масок с темными стеклами.

1.7.3. Технология паяных соединений

Пайка — процесс неразборного соединения деталей, при котором происходит растворение припоя и диффузия его в соединяемый металл. В отличие от сварки при пайке не расплавляется основной соединяемый металл, что позволяет сохранить неизменным его структуру, химический состав и механические свойства.

Ввиду низкой температуры нагрева в изделиях после пайки не возникает больших внутренних остаточных напряжений, поэтому они сохраняют форму, размеры и гладкость поверхности.

Качество паяного соединения зависит от качества припоя и флюсов. При выборе припоя учитывают температуру плавления, смачиваемость поверхности, свойство капиллярности, растекаемость и т.д.

Припои делятся на мягкие с температурой плавления до 400°С и прочностью на разрыв 50—70 МПа, твердые легкоплавкие с температурой плавления 400—900°С и прочностью на разрыв 300 МПа и твердые тугоплавкие с температурой плавления выше 900°С и прочностью 500 МПа (табл. 1.7)

Таблица 1.7.

Припои и область их применения

Марка припоя	Наименование припоя	Температура плавления; °С	Рабочая температура; °С	Предел прочности; МПа	Область применения
ПОС-40	Оловянно-свинцовый	290	150	32	Пайка электро- и радиоаппаратуры и стволы охотничьих ружей.
ПСр-12К	Серебряно-кадмиевый	400	300	175	Пайка алюминиевых проводов и трубопроводов.
ПМЦ-54	Медно-цинковый	885	400	20	Пайка меди, стали, бронзы.
ПЖ-45-67	Медно-никелевый	1200	800	500	Пайка деталей и узлов из нержавеющих сталей, жаропрочных и никелевых сплавов
ПСр85-15	Серебряный	870	600	480	

В зависимости от свойств соединяемых металлов и припоев применяют различного вида флюсы и способы защиты металлов от окисления в процессе пайки:

— твердые флюсы в виде различных солей;

— флюсы в виде газов метил-бора или фтористого бора;

— инертные газы аргон и гелий.

После пайки твердыми флюсами с поверхностей деталей необходимо тщательно удалить остатки флюсов, так как они могут вызвать коррозию деталей.

1.7.4. Технология клеевых соединений

В основу процесса склеивания положено явление адгезии, т.е. способность некоторых веществ органического и неорганического происхождения прилипать к поверхности других материалов (металлических и неметаллических). Применяется в основном в производстве прицельных приспособлений.

Склеивание происходит при определенной температуре, давлении и времени выдержки. В результате возникающих физико-химических процессов образуется клеевая пленка с механичес-

кой прочностью, необходимой для передачи усилий при нагружении конструкции.

В результате склеивания обеспечивается равномерное распределение напряжений при нагружении, гладкость поверхностей, уменьшение массы, снижение трудоемкости и стоимости работ, высокая коррозионная стойкость и возможность соединения разнородных материалов.

К недостаткам клеевых соединений относятся: низкая теплостойкость, прочность (особенно при неравномерном нагружении), снижение прочности соединения вследствие «старения» клеевой пленки, длительность цикла изготовления, токсичность клея и отсутствие надежных методов и средств контроля.

Однако, несмотря на указанные недостатки использование клеевых соединений непрерывно расширяется, чему в значительной степени способствует разработка новых, более современных клеев и технологических процессов склеивания (табл. 1.8).

Таблица 1.8.

Характеристика клеев и клеевых соединений.

Марка клея	Состояние клея	Теплостойкость,°С	Температура отверждения,°С	Склеиваемый материал	Прочность соединения при 20°С.	
					На срез, МПА	На отрыв, МПа
БФ-2	Жидкое	60—80	120—140	Алюминиевый сплав Д16, дерево, резина, пластмасса, цветной металл	22	35
ВК-1	Вязкотекучее	100—150	100—150		15	74
ВК-4	Жидкое	200—350	195—205	Сталь 30ХГСА	17	17
ВК-8	Жидкое	700—1200	180—200		16	21

Технологический процесс склеивания состоит из следующих операций:

— подготовка поверхностей деталей (очистка);
— нанесение клея;
— открытая выдержка;
— сборка соединяемых деталей;
— отвердение клея;
— контроль качества склеивания.

Подготовка поверхностей заключается в механической обработке, очистке от загрязнений, в придании им необходимой шероховатости и обезжиривании органическими растворителями.

Нанесение клея на соединяемые поверхности проводится пульверизатором или кистью, после чего дается открытая выдержка с целью удаления растворителей. Клей сушится после нанесения каждого слоя в два этапа: выдержка при 18—20°С и нагрев при 45—90°С обдувкой горячим воздухом. Общая продолжительность сушки 1 час.

Сборка соединяемых деталей проводится в специальных приспособлениях. При этом должно быть обеспечено правильное взаимное положение собираемых деталей, необходимая точность контуров, возможность создания необходимого давления и компенсация температурного расширения.

Отвердение клея производится при определенном температурном режиме и давлении (до 5 МПа).

Контроль качества клеевого шва предусматривает выявление участков со слабым сцеплением, местных непроклеев, пористости структуры, пережогов клея и т.д.

1.8. СБОРКА СТВОЛОВ СО СТВОЛЬНЫМИ КОРОБКАМИ

Сборка стволов со ствольными коробками определяется характером их соединения. В стрелковом оружии эти соединения бывают разъемные и неразъемные.

Основные требования к сборке состоят в обеспечении прочности соединения и точности взаимного расположения. Неразъемные соединения часто осуществляют резьбой и прессовой посадкой.

Основное требование к технологии сборки при этом сводится к необходимой прочности резьбового соединения. Разъемные соединения осуществляют при помощи сухарного, клинового и других соединений. Основное требование к технологии сборки состоит в необходимой точности взаимного расположения ствола и ствольной коробки. Выполнение этого в значительной мере определяется конструкцией соединения. Кроме указанных основных требований, необходимо обеспечить минимальный объем слесарно-пригоночных работ, а также удовлетворение всем требованиям чертежей и ТУ.

К стволам, имеющим разъемное соединение со ствольными коробками, для которых предусмотрена смена в процессе эксплуатации, как правило, предъявляют требование взаимозаменяемости со ствольными коробками.

При этом взаимозаменяемость предусматривает нормальную без задержек постановку ствола и его фиксацию, бесперебойную работу узла запирания, взаимодействие деталей газоотводной системы, связь с кожухами, а также меткость.

Наибольшие трудности представляют удовлетворение требования по меткости.

Даже в ручном пулемете это требование не было удовлетворено независимо от того, что конструктивно предусмотрена достаточно большая длина гладкой цилиндрической направляющей части ствола. Кроме того, вследствие пригонки боевых упоров нормальная работа узла запирания могла быть обеспечена только для стволов, входящих в данный комплект.

Для стволов крупнокалиберного пулемета успешно разрешен и этот вопрос, так как личинка соединена непосредственно со стволом. Единственным условием обеспечения взаимозаменяемости в отношении узла запирания является соблюдение начала захода резьбы сухарно-резьбового соединения ствола и личинки.

Вместе с тем еще не достигнута взаимозаменяемость стволов по меткости. Поэтому при общей сборке оружия производят подбор стволов.

Специфические требования, предъявляемые к резьбовым соединениям деталей оружия, состоят в обеспечении того, чтобы деталь, будучи ввинчена в другую до отказа или на соответствующую величину, заняла по отношению к последней вполне определенное положение.

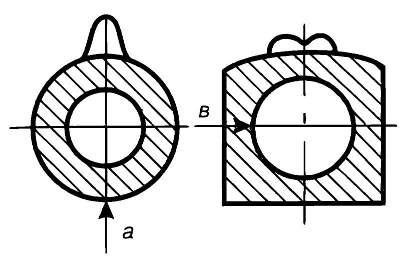


Рис. 1.10. Начало нарезки на стволе и коробке не согласованы.

Допустим, что при нарезании резьбы на стволе начало нитки получено в точке «а» (рис. 1.10) при нарезани резьбы в ствольной коробке конец впадины нитки получен в точке «в». При свинчивании ствола со ствольной коробкой заход его ограничится смещением точки «а» с точкой «в».

Дальнейшее ввинчивание, если и может быть допустимо, то только в небольших пределах.

Таким образом, в рассматриваемом случае ствол не будет доходить до требуемого по условиям сборки положения и мушка на стволе не будет совмещена с целиком на ствольной коробке.

Вторым характерным примером фиксированного резьбового соединения может служить соединение ствола с боевой личинкой, осуществляющей запирание канала ствола.

Для определенности взаимного расположения соединяемых деталей необходимо задать контрольную точку начала нитки резьбы, положение которой должно быть определено двумя координатами: углом от какой-либо базы и расстоянием по оси резьбы также от какой-либо базы.

На рис. 1.11 показано резьбовое соединение деталей, у которых при ввинчивании до упора детали 2 в деталь 1 выступ А должен занять положение под углом «α» к вертикальной оси симметрии детали 1.

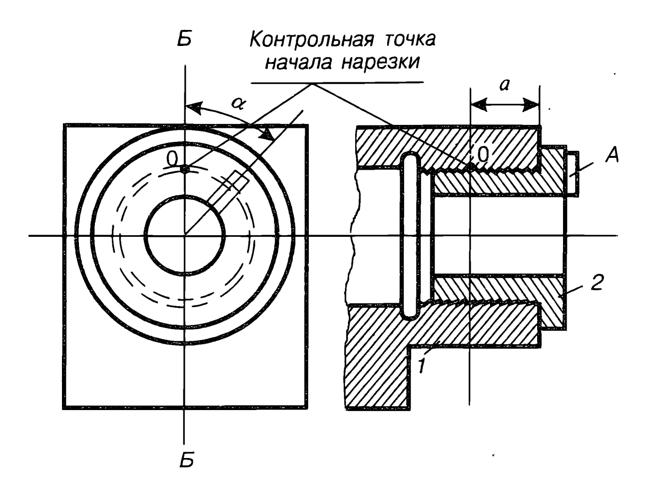


Рис. 1.11. Задание контрольной точки начала нарезки.

Для удовлетворения этого условия задается контрольная точка начала нитки резьбы «О» в сечении Б-Б, совпадающем с вертикальной осью симметрии детали 1 и образующем с выступом А детали 2, являющимся угловой базой, угол «α». Кроме того, задается расстояние «а» этой точки «О» от совмещенных торцевых плоскостей деталей 1 и 2, являющихся также базами резьбового соединения. Контрольная точка «О» должна находиться на пересечении среднего диаметра с профилем резьбы.

Следовательно, при нарезании резьбы на деталях 1 и 2 необходимо обеспечить заданное положение контрольной точки. Получение резьбы с сохранением определенного положения деталей при их свинчивании называют способом сохранения начала нитки резьбы.

Применение того или иного способа определяется в основном конфигурацией деталей, требованиями взаимозаменяемости и способом изготовления резьбы.

В зависимости от названных факторов и прежде всего от конфигурации деталей и условий взаимозаменяемости обеспечение требуемого взаимного положения спаренных при помощи резьбы деталей достигается следующими методами.

1. Конфигурация деталей позволяет нарезать резьбу без сохранения начала нитки резьбы или же деталь приводится к такому виду для операции нарезания резьбы путем изменения заготовки и соответствующего построения технологического процесса изготовления детали.

Начало нитки резьбы, используемое в качестве базы для дальнейшей обработки детали, в этом случае определяется в готовой резьбе.

Определение начала нитки резьбы часто производят при помощи специальных приспособлений и инструментов, при этом

детали могут быть взаимозаменяемы. Для неразъемных соединений, где требование взаимозаменяемости не вызывается условиями эксплуатации, начало нитки резьбы обеих свинчиваемых резьб определяется без применения приспособлений и инструментов, путем свинчивания и разметки деталей, при этом понятно, что детали будут не взаимозаменяемыми.

2. Конфигурация деталей требует сохранения начала нитки резьбы.

В этом случае для взаимозаменяемости деталей обязательно необходимы специальные приспособления и инструменты, сохраняющие начало нитки резьбы в процессе ее нарезания.

Наряду с указанными случаями сохранения начала нитки резьбы для деталей с одной нарезкой можно встретить детали, которые имеют две резьбы, при этом требуется сохранение начала нитки резьбы на обеих резьбах.

Нарезание резьбы с сохранением начала нитки имеет ту особенность, что допуск на осевое положение контрольной точки начала резьбы обусловливает угловую ошибку во взаимном положении деталей, величина которой в большей степени зависит от шага резьбы и может явиться основной причиной нарушения взаимозаменяемости, так как при свинчивании деталей угловые базы могут не совпасть.

Действительно, допустим (рис.1.11), что контрольная точка начала резьбы задана размерами $a^{\pm\Delta_1}$ для детали 1 и $a^{\pm\Delta_2}$ - для детали 2 от осевой базы и соответственно угловыми размерами $O^{\pm\beta_1}$ и $\alpha^{\pm\beta_2}$ от угловой базы, которой для детали 1 является вертикальная ее ось, а для детали 2-выступ А.

Предельные значения угла «α» между вертикальной осью детали 1 и выступом детали 2 будут:

$$\alpha^0_{max} = \alpha + \beta_1 + \beta_2 + \frac{\Delta_1 + \Delta_2}{S}\ 360, \qquad (1.30)$$

$$\alpha^0_{min} = \alpha - \beta_1 - \beta_2 - \frac{\Delta_1 + \Delta_2}{S}\ 360, \qquad (1.31)$$

где S - шаг резьбы в мм.

Для суждения о величине угловой ошибки, вызванной осевыми допусками, примем в качестве примера S = 2мм и $\Delta_1 = \Delta_2 = 0{,}05$*мм*. В этом случае

$$\frac{\Delta_1 + \Delta_2}{S} \cdot 360 = 18'', \qquad (1.32)$$

что вряд ли может быть допустимо для взаимозаменяемости. С увеличением шага резьбы влияние осевой ошибки на угловую уменьшается.

Поэтому вопрос согласования допусков на положение контрольной точки начала нарезки от осевой и угловой баз, обусловленных ошибками в постановке операции нарезания резьб, с ошибками на взаимное угловое положение при свинчивании деталей и увязка этих угловых ошибок с допусками, определяющими взаимозаменяемость деталей, является существенным вопросом, обуславливающим применение того или иного способа сохранения начала нитки резьбы.

В практике работы заводов по изготовлению стрелкового оружия применяют следующие основные способы сохранения начала нитки резьбы.

1. Нарезание резьбы без сохранения начала нитки с последующей разметкой. Этот способ часто используют при нарезке резьбы на стволах. После нарезки резьбы определяют контрольную точку начала нитки, применяя специальные приспособления и инструменты, и наносят риску, используемую в дальнейшем в качестве базы.

На рис. 1.12 показан прибор для определения точки начала нитки резьбы на стволе КПВ, который навинчивается на ствол до упора плоскостью А-А калибра в торец ствола.

Риска наносится вспомогательным калибром, который своей плоской частью должен быть плотно прижат к плоскости В-В калибра.

Для взаимозаменяемости ствола с боевой личинкой начало нитки резьбы калибра должно быть согласованно с заходом резьбы на боевой личинке.

Это наиболее простой и надежный способ сохранения начала нитки резьбы, так как сводится к обычному способу нарезания резьбы. При этом точность определения начала нитки зависит от точности приспособления и, как правило, удовлетворяет требованиям, необходимым для взаимозаменяемости. Однако применение способа ограничено конфигурацией детали.

2. Нарезание резьбы с сохранением определенного положения контрольной точки начала нитки резьбы. Этот способ применяется при нарезании резьб на ствольных коробках, газовой камере и т. д., т. е. на деталях чаще со сложной конфигурацией. Требуемое положение контрольной точки начала нитки достигается совершенно определенным положением нарезаемой детали относительно резьборезного инструмента, а для этого необходима специальная настройка операции.

В отдельных случаях производят раздельную установку детали и инструмента с помощью установочных калибров и приспособлений относительно каких-либо устройств станка. Большая же точность будет обеспечена при непосредственной установке, с помощью установочных калибров, резьборезного инструмента относительно детали.

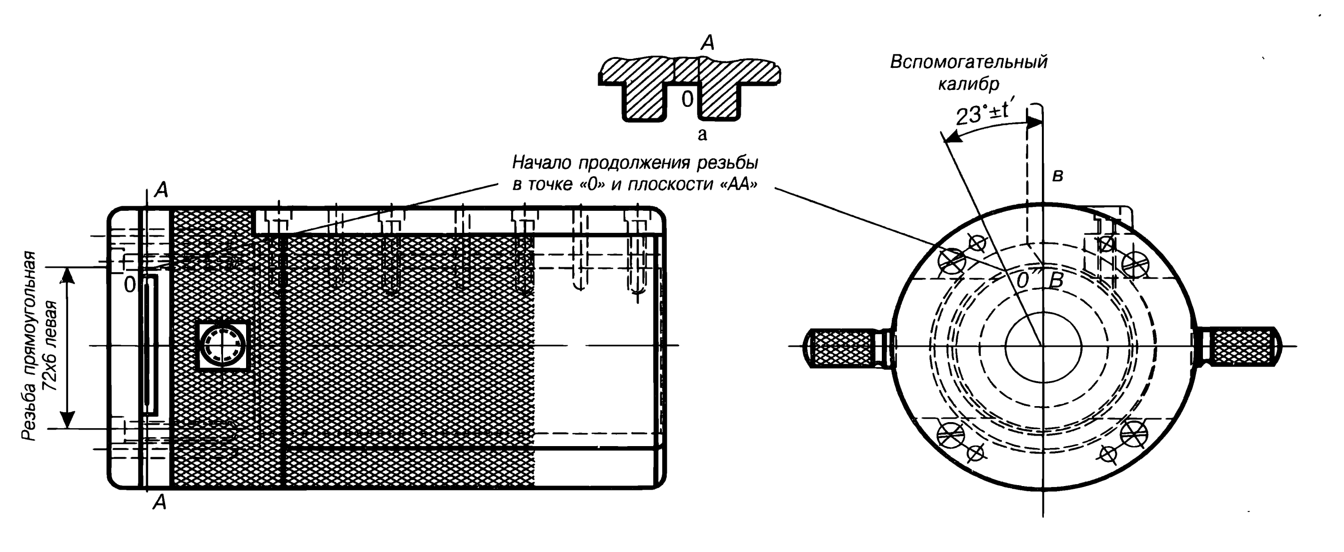


Рис. 1.12. Калибр для определения начала нарезки на стволе крупнокалиберного пулемета

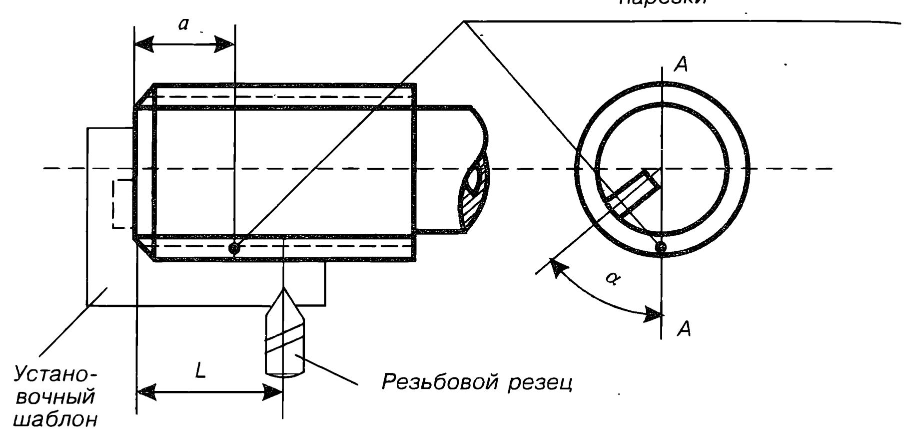


Рис. 1.13. Установка резца при нарезании наружной резьбы с сохранением начала нарезки

Например, необходимо нарезать наружную резьбу с сохранением заданного положения контрольной точки начала нитки (рис.1.13). Для этого к торцу детали, являющемуся базой для контрольной точки начала нитки, прикладывают шаблон так, чтобы последний совмещался с плоскостью А-А, расположенной относительно угловой базы (выступ) под углом α°. Во многих случаях для этого потребуется первоначальная разметка детали, как по торцу, так и по образующей. Далее по шаблону устанавливают резьбовой резец.

Размер L шаблона рассчитывается так, чтобы резец обязательно попал в контрольную точку начала нитки.

В общем виде

$$L = nS \pm a\,, \tag{1.33}$$

где n - произвольное целое число,

S - шаг нарезаемой резьбы в мм.

Аналогично производят установку резца при нарезании внутренней резьбы.

После установки резьбового резца включают гайку ходового винта и начинают нарезку резьбы.

Установка типичной ствольной коробки при нарезке внутренней резьбы гребенчатой фрезой, обеспечивающая заданное положение начала нитки, схематически показана на рис. 1.14.

Базами для задания положения контрольной точки начала нитки приняты торец Б и горизонтальная ось выступа Г. Названные базы должны быть использованы также в качестве установочных баз. Кроме того, для нарезки необходимо, чтобы ось ствольной коробки была параллельна оси фрезы.

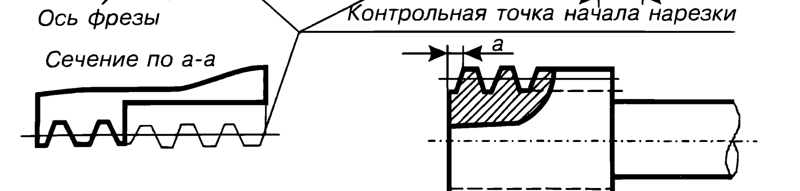


Рис. 1.14. Установка гребенчатой резьбовой фрезы при нарезании внутренней резьбы с сохранением начала нарезки.

Для установки горизонтальной оси ствольной коробки обычно используют приспособления, при этом коробку базируют на цилиндрическую поверхность и выступ (установка на пять точек).

Для обеспечения положения контрольной точки начала нитки от угловой базы необходимо установить фрезу так, чтобы ось располагалась на радиусе резьбы, наклоненном к угловой базе под углом α°. Обычно эта настройка в установлении эксцентриситетов осуществляется за счет постоянного эксцентриситета в вертикальной плоскости (часто для этого деталь устанавливают в приспособление так, чтобы эксцентриситет в вертикальной плоскости был равен нулю, что соответствует наклоненному под углом положению оси выступа) и эксцентриситета в горизонтальной плоскости, включающего величину врезания фрезы и поэтому регулируемого с помощью нониуса на рукоятке поперечных салазок станка. Установку фрезы при настройке станка по определению перемещения поперечных салазок для образования резьбы полного профиля при величине эксцентриситета в вертикальной плоскости, равном нулю, производят по специальному установочному калибру.

Калибр базируется в данном случае на гладкий цилиндрический участок ствольной коробки, соосный с элементом, на котором должна образовываться нарезка.

Калибр настроен таким образом, что при положении стрелки на нулевом делении шкалы торец измерительного штифта будет отстоять от оси калибра (ствольной коробки) на величину половины наружного диаметра резьбы $\left(\frac{d_0}{2}\right)$. Следовательно, при настройке операции необходимо подвести при помощи поперечных салазок ствольную коробку с калибром к фрезе так, чтобы последняя, действуя на измерительный штифт калибра, установила стрелку на нулевое деление.

Положение поперечных салазок, замеченное по нониусу на рукоятке винта, используется в дальнейшем при установлении необходимого врезания фрезы.

Таким образом, произведенная установка детали и фрезы обеспечит заданное положение контрольной точки начала нитки резьбы от угловой базы. Чтобы задать контрольную точку начала нитки от торца Б (рис. 1.14), устанавливают фрезу относительно торца В-В патрона станка на некоторую величину $\ell_ф$, а торец Б детали от того же торца патрона на величину $\ell_к$.

Учитывая расположение режущих кромок гребенчатой фрезы относительно ее торца, для обеспечения заданного положения контрольной точки начала нитки должен быть установлен следующий размер $\ell_к$ при заданном размере $\ell_ф$

$$\ell_к = \ell_ф - a - nS, \qquad (1.34)$$

где n - произвольное целое число,

S - шаг нарезаемой резьбы в мм.

При этом $\ell_ф$ - $\ell_к$ должны соответствовать размерам, определяющим положение резьбы в ствольной коробке относительно ее торца Б. Установку размера $\ell_к$ производят по предельному калибру.

Характерным примером нарезания резьбы с сохранением начала нарезки является нарезание резьбы на стволе пулемета для газовой камеры.

Газовая камера при навинчивании ее на ствол должна занять строго определенное положение относительно ствольной коробки, соединенной со стволом.

Поэтому при нарезании резьбы на стволе для газовой камеры в качестве базы используют начало нитки резьбы сухарного соединения на стволе.

3. Нарезание резьб без сохранения начала нитки с последующей спаркой деталей и разметкой. Этот способ применен в резьбовом соединении ствола со ствольной коробкой ручного пулемета.

После нарезки резьб на стволе и ствольной коробке их спаривают и при помощи специального приспособления довертывают с усилием 35 Н·м.

Затем производят клеймение ствола и ствольной коробки и их разметку при помощи специального калибра.

Базой для разметочного калибра служат пазы ствольной коробки под затворную раму, в которые входят соответствующие выступы калибра.

Риски на стволе и ствольной коробке наносят со смещением на 25°, учитывая, что при окончательном свертывании после дополнительной обработки и монтажа арматуры ствола будет достигнуто совмещение рисок, что позволит создать нужную прочность соединения. Недостатком данного способа является то, что значительная часть механической обработки переносится в сборочный цех. Кроме того, отсутствие взаимозаменяемости ствола может явиться серьезным тормозом для организации ремонта пулемета, особенно в условиях войсковых ремонтных органов.

4. Подбор спариваемых деталей в процессе сборки.

Характерным примером такого способа обеспечения заданного положения начала нитки является спарка резьбового соединения ствола с упором ствола крупнокалиберного пулемета.

Аналогично подбирались дульные тормоза в противотанковых ружьях, где требовалась навертка дульного тормоза до упора в бурт ствола и одновременно определенное расположение окон дульного тормоза.

Все рассмотренные способы сохранения начала нитки резьбы исходили из плана операций, предусматривающего окончательную обработку торцев или уступов, являющихся осевыми базами до нарезания резьбы. В отдельных случаях получить требуемое положение контрольной точки начала нитки резьбы можно путем подрезки этих осевых баз после нарезания резьбы.

Такой способ частично применен в ствольной коробке 23-мм авиационной пушки, где незначительная припиловка торца служит компенсацией повышенного допуска на положение контрольной точки начала нитки при фрезеровании последней.

После того, как нарезана резьба, прорезают пазы для сухарно-резьбового соединения. Продольные пазы на наружных поверхностях (часто стволы) фрезеруют фасонной фрезой. Очевидно, что образованные секторы должны занимать строго определенное положение друг относительно друга и относительно захода резьбы. Таким образом, для установки данной операции установочной базой является точка начала нитки; соответственно этому строят приспособление и устанавливают в нем ствол.

Установку ствола крупнокалиберного пулемета в приспособлении производят по рискам, нанесенным на приспособлении и стволе.

Продольные пазы для сухарно-резьбового соединения на внутренних поверхностях образуют чаще долблением на долбежных станках также с установкой по заходу резьбы и с применением делительных устройств.

Осуществляя сухарно-резьбовое соединение, особенно подвижное, необходимо обеспечить беспрепятственное продвижение одной детали в другую и требуемый поворот, что достигается входимостью выступающих витков одной детали за витки другой.

Если осевое продвижение обеспечивается сравнительно легко путем установления гарантированных зазоров в сопряжении по ширине и диаметру выступов одной детали и пазов другой, то при повороте деталей друг относительно друга вследствие допусков на их взаимное расположение будет происходить утыкание витков резьбы соединяемых деталей.

Для компенсации указанной неточности во взаимном осевом положении деталей, определяющей утыкание витков резьбы, срезают скосы заходов резьбы на всех секторах сухарно-резьбового соединения одной какой-нибудь детали. Обычно такие скосы делают на деталях, имеющих наружную резьбу (рис. 1.15). На секторах ствола крупнокалиберного пулемета скосы образовывают на токарном станке, специально приспособленном для данной операции. По устройству это приспособление напоминает затыловочное приспособление. Весьма важным является правильная установка ствола, что необходимо для попадания резцом в нитку, а также для согласования положения секторов ствола с положением кулачка, обеспечивающего непосредственно процесс срезания скосов.

Выполнение указанных условий позволяет использовать настройку станка и приспособления. Установку ствола производят по специальному установочному калибру, совмещающему паз «*а*» на стволе с вырезом «*б*» под соответствующий выступ калибра на переднем торце патрона. Осевое положение ствола определяется передним торцем упора ствола, упирающегося в торец шпинделя станка.

Приспособление состоит из специальной плиты-основания, поставленной вместо поперечного суппорта, в стойках которой расположен валик с закрепленным на нем кулачком, являющимся основой приспособления.

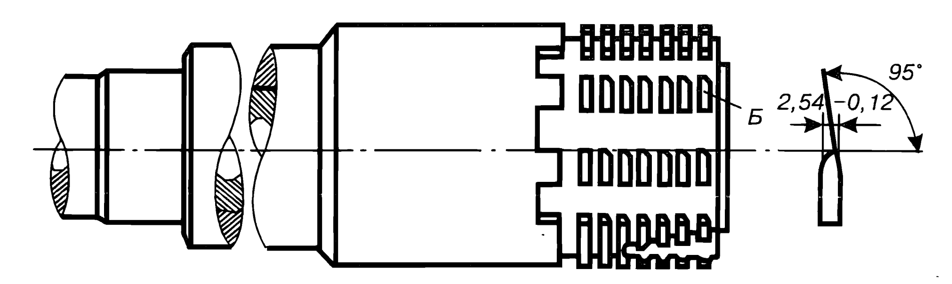


Рис. 1.15. Скосы заходов резьбы на секторах ствола крупнокалиберного пулемета.

На одном конце валика насажена коническая шестерня, сцепленная с конической шестерней, сидящая на длинной шпонке на валике. Таким образом, при продольном перемещении суппорта конические шестерни будут постоянно находиться в зацеплении.

На другом конце валика жестко на шпонке сидит цилиндрическая шестерня, сцепленная с шестерней, закрепленной на шпинделе.

Передаточное отношение цилиндрических и конических шестерен равно единице. Следовательно, одному обороту ствола соответствует один оборот кулачка. Кулачок взаимодействует с роликом, закрепленным в гнезде продольного суппорта, который может перемещаться в направляющих плиты-основания. Под действием пружины валик вместе с продольным суппортом прижат к кулачку.

Подбор стволов для комплектации пулемета производят с помощью трубки холодной пристрелки (ТХП) на расстоянии 50 м по мишени с сеткой квадратов в 3 см. Для этого прежде всего обеспечивают центральное положение ствола относительно кожуха при стволе, соединенном со ствольной коробкой. Контроль производят щупом по наличию зазора не менее 0,1 мм между основанием надульника и поршнем ствола. В процессе подбора стволов допускается незначительная правка кожуха.

Далее при помощи трубки холодной пристрелки, вставленной в дульную часть ствола, фиксируются координаты перекрестия трубки по сетке мишени. Указанная проверка производится с надульником и без него.

Остальные стволы комплекта (в комплект входит три ствола) подбирают так, чтобы направление каждого из них по трубке холодной пристрелки не выходило за пределы квадрата первого ствола, при этом ствольная коробка установлена на жестком стенде.

Подобранные таким образом стволы далее проверяют по запиранию соединительной гайкой, по продвижению личинки, по зазору между упором и кожухом, который должен быть в пределах 0,2-0,6 мм, и по шашкам.

В ручном пулемете стволы также не являются взаимозаменяемыми. Независимо от того, что соединение ствола со ствольной коробкой неразъемное, взаимозаменяемость стволов весьма необходима как для лучшей организации технологических процессов механической обработки и сборки в основном производстве, так и главным образом при ремонте.

Сборку ствола со ствольной коробкой в настоящее время осуществляют следующим образом. Свинчивают ствол с коробкой до упора пенька ствола в коробку, после чего довертывают с усилием 3,5 Н·м.

После этого на стволе и коробке наносят риски, смещенные друг относительно друга на 25°, что сделано для создания требуемой прочности соединения при окончательном свинчивании ствола с коробкой, а также производят клеймение ствола и ствольной коробки. Риска на стволе служит установочной базой при обработке выемки на пеньке ствола под выбрасыватель.

После этого свинчивают ствол со ствольной коробкой окончательно до совмещения рисок.

Контроль прочности резьбового соединения производится отвертыванием. При контрольном усилии 180 Н·м ствол не должен отвертываться. Для стволов автомата это усилие установлено в 150 Н·м. После соединения со ствольной коробкой сверлят отверстия под штифт и производят его запрессовку, напрессовку направляющей поршня, передней муфты, газовой камеры и основания предохранительной мушки, сверление отверстий и постановку штифтов. Прочность посадки штифтов должна быть 200-250 Н. Прочность запрессовки газовой каморы и колодки мушки в автомате проверяется крутящим моментом в 30 Н·м. Установка деталей для напрессовки осуществляется по калибрам, базируемым на пазы ствольной коробки.

Отверстие в стволе диаметром $4{,}5^{+0{,}16}$ мм для прохода пороховых газов в газовую камеру сверлят и развертывают по отверстию газовой камеры.

При этом обращают внимание на то, чтобы в канале ствола не остались заусенцы, которые затрудняют чистку стволов при эксплуатации пулеметов в войсках.

Поэтому в настоящее время после сверления газового отверстия производят наложение фаски со стороны канала ствола при помощи угловой фрезы, приводимой во вращение гибким тросом или электрохимической обработкой.

Узел ствола крупнокалиберного пулемета состоит из трех сборок второй ступени: сборки ствола, включающая сборку ствола третьей ступени (ствол и муфта), упор ствола, поршень, палец упора и штифты.

Имея в виду, что базовыми поверхностями ствола в соединении с личинкой, коробкой, кожухом и надульником являются наружные поверхности резьбы (для соединения с личинкой), муфты ствола (под направляющую втулку коробки) упора ствола и поршня, названные поверхности деталей после их постановки на ствол подвергают шлифовке с одной установки.

Перед шлифовкой ствол подвергают тщательной правке с контролем кривизны канала ствола теневым методом.

Узловая сборка ствола (рис.1.16) сопровождается значительным объемом механической обработки. Базами при этом служат торец ствола, ось его канала и риска, наносимая на наружной поверхности по калибру личинке, что сохраняет начало нитки резьбы.

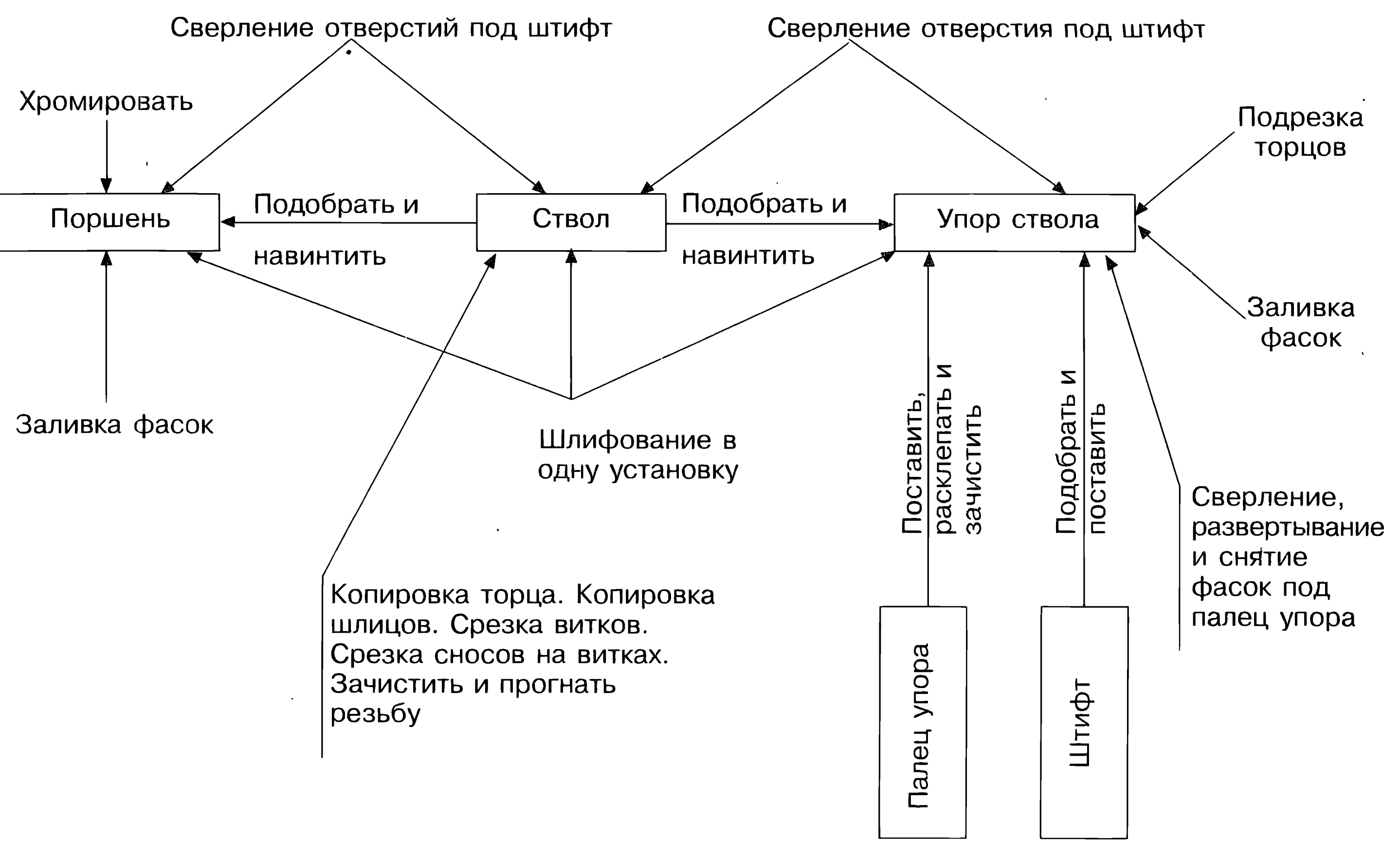


Рис. 1. 16. Технологическая схема сборки ствола.

На стволе после нанесения риски производят фрезеровку пазов на торце, копировку шлицов на резьбе, срезание лишних витков, наложение скосов на витках резьбы, зачистку и прогонку резьбы.

В упоре ствола подрезают торцы, сверлят и развертывают отверстие под палец упора.

При сборке ствола с кожухом необходимо, чтобы при стволе, соединенном со ствольной коробкой, между упором ствола и торцем кожуха был зазор в 0,15 - 0,4 мм. Кроме того, должен быть обеспечен чертежный размер $65^{+0{,}06}$ мм (рис.1.17). Для получения требуемого зазора допускается припиловка торца кожуха.

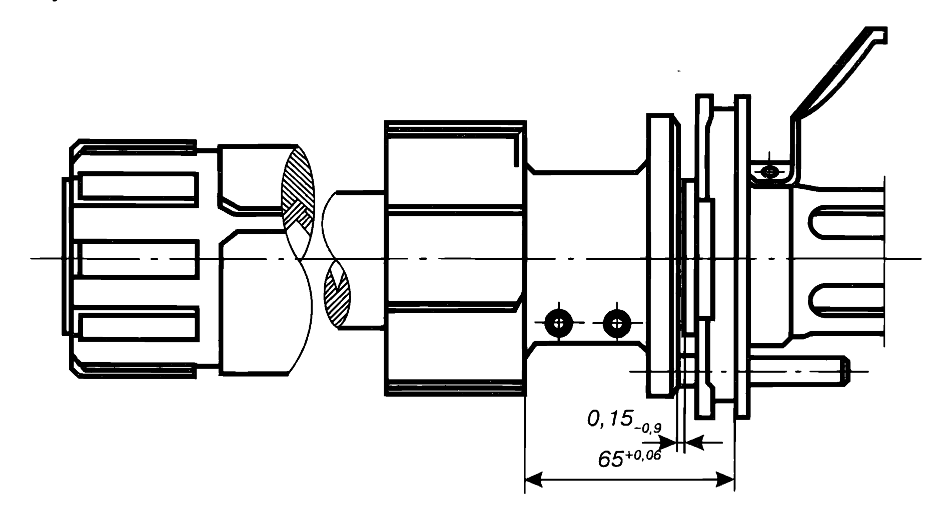


Рис. 1.17 Сборка ствола с кожухом.

Постановка надульника с обеспечением зазора между торцом поршня и торцом выточки надульника $14^{+2}_{-0{,}75}$. После этого по торцу основания надульника наносят риску, которая используется в качестве базы для сверления и фрезерования окна в кожухе под защелку.

Для контроля сборки стволы устанавливают в специальное приспособление типа ствольной коробки и запирают гайкой. Прежде всего проверяют центральность положения кожуха относительно ствола, что контролируется щупом по наличию зазора между поршнем и основанием надульника. При надобности производят правку кожуха. Далее в канал ствола с дульной части вставляют трубку холодной пристрелки.

Перекрестие окуляра трубки холодной пристрелки не должно выходить за круг диаметром 6 см, установленный на расстоянии 100 м. Для достижения этого требования допускается правка ствола.

Постановка надульника не должна сбивать положение перекрестия трубки холодной пристрелки. Операция приведения в круг диаметром в 6 см позволяет в дальнейшем сократить расход боеприпасов при приведении оружия к нормальному бою. После этого производят контроль прямолинейности ствола с помощью калибров. Калибр длиной 100 мм и d = 14,43 мм должен свободно под собственным весом проходить через канал ствола. В заключение с целью снятия напряжений стволы подвергают отпуску. Отпуск состоит в нагреве до 200-250°С и выдержке при этой температуре в течение двух часов. После операции отпуска стволы вновь должны быть проверены по трубке холодной пристрелки.

Узловая сборка коробки крупнокалиберного пулемета характерна тем, что в процессе ее выполнения детали к коробке присоединяются главным образом посредством клепки.

К коробке приклепывают ушко крепления, перемычку коробки, направляющую ствола, основание мушки, основание цапфы, зуб отражателя, направляющие планки.

Перемычку и ушко дополнительно приваривают. Кроме того, к коробке на резьбе присоединяют втулку, а к ней гайку крепления ствола со стопором и устанавливают прицел и мушку. Характер сборок определяет совместную обработку деталей главным образом по сверлению отверстий под заклепки и определенный объем механической обработки, связанный со снятием перемычек в коробке и доводкой наиболее ответственных элементов коробки.

Прежде всего производят спарку гайки крепления ствола с коробкой, для чего на коробку ставится втулка. На втулку до упора навинчивают гайку ствола и на последний наносят риску по калибру, базирующемуся на паз в коробке под гребень затвора. Эта риска служит базой для последующей механической обработки гайки.

Все детали, приклепываемые к коробке, подбирают по плотности прилегания к посадочным поверхностям, после чего при помощи калибров устанавливают и струбцинами фиксируют требуемое положение относительно коробки.

Далее через отверстия в приклепываемых деталях сверлят и раззенковывают отверстия в коробке, ставят и расклепывают заклепки, а затем зачищают их заподлицо с поверхностью коробки. Постановку заклепок производят на станке с пневматическим молотком.

Установку для приклепывания основания цапфы производят по калибру типа крышки коробки, а направляющей ствола по калибру типа ствола.

После приклепывания ушка крепления, перемычки коробки, направляющей ствола, оснований цапфы и мушки производят фрезеровку средних перемычек в окнах коробки. Другие перо-

мычки срезаются после приварки перемычки и ушка и постановки направляющих планок.

Наиболее ответственным элементом коробки, определяющим работу узла запирания, являются спиральные пазы под ускоритель. Эти пазы доводят на узловой сборке. Прилегание специальной пробки к поверхностям спиралей коробки на обоих пазах проверяют по копоти. Прилегать должно не менее $^3/_4$ проверяемой площади спирали.

В заключение узловой сборки коробку оксидируют, проверяют сварные швы на отсутствие трещин на дефектоскопе и окончательно ставят собранную гайку со стопором, прицел, предохранитель мушки и мушку. Гайка ствола со стопором должна от усилия руки при выключенном стопоре плавно без заеданий отпирать и запирать ствол с кожухом. Включенный стопор должен надежно удерживать гайку в запертом или отпертом положении.

1.9. ОБЩАЯ СБОРКА ОРУЖИЯ

Общая сборка оружия, как правило, выполняется на конвейере, скорость перемещения ленты которого рассчитывают, исходя из требуемого темпа.

Основным видом работ на общей сборке является присоединение друг к другу узлов и отдельных деталей, входящих непосредственно в изделие и отладка механизмов оружия.

Такими механизмами, которые могут быть отлажены только на общей сборке, являются узел запирания и механизм питания.

Первая сборочная операция, выполняемая обычно вне конвейера, состоит в комплектации узлов и деталей оружия.

Основой для комплектации служат схемы сборочных элементов, а также работы по спариванию деталей и узлов, проведенные в процессе узловой сборки. Например, в ручном пулемете спусковая рама с прикладом на узловой сборке была пригнана к ствольной коробке. В крупнокалиберном пулемете к затвору на узловой сборке пригоняют буфер затыльника.

Все крупные взаимозаменяемые детали клеймятся номером изделия. Одной из первых работ на общей сборке является сборка и отладка узла запирания.

В ручном пулемете отладка узла запирания состоит в подборе затворной рамы, затвора и пригонке боевых упоров. Затворная рама должна свободно перемещаться по пазам ствольной коробки во всех положениях, при этом конец поршня должен свободно находить на патрубок газовой камеры. Зазор между торцем патрубка и дном поршня должен быть не менее 0,5 мм, для достижения чего допускается припиловка торца патрубка. Подбор затвора производят по обеспечению центральности боя. Для этого в патронник вставляется шашка-патрон, у которой в отверстие под капсюль закладывают мастику. Затвор удовлет-

воряет требованиям, если боек-калибр сделает вмятину в центре дна патрона, при этом затвор в крайнем переднем положении должен упираться в пенек ствола с нормальным западанием боевых упоров.

Боевые упоры подбирают по шашкам. В образцах оружия, патроны для которых имеют гильзу с закраиной, продвижение патрона в патронник ограничивается упором закраины гильзы в казенный срез ствола. Размер шашки непосредственно определяет зазор между чашечкой затвора и казенным срезом ствола.

В образцах оружия, патроны для которых имеют гильзу без закраины, продвижение патрона в патронник ограничивается упором ската патрона во второй конус патронника. Размер шашки определяет расстояние от чашечки затвора до второго конуса патронника, косвенно характеризуя зазор между чашечкой затвора и казенным срезом ствола (например, в РПД размер шашки №1 составляет 32,8 мм, а №3 - 32,9 мм).

Сначала подбирают левый, а затем правый упор.

Подобранный боевой упор должен запирать ствол при шашке №1 и не должен запирать ствол при шашке №3. Различие в размере шашки на обоих боевых упорах должно быть не более 0,025 мм.

Например, если левый боевой упор запирает ствол при шашке №1, то для правого допускается шашка №1а (32,825 мм). При подборе боевых упоров допускается их подшлифовывание по скосу 93° 15' с последующей заправкой радиусов.

Подбор боевых упоров по шашкам производят при усилии 150-200 Н. Прилегание боевых упоров к опорным плоскостям коробки определяют по копоти или краске.

При отладке узла запирания должен быть обеспечен зазор между задней стенкой затвора и передним торцом ударника на раме. Для получения зазора в 0,1 - 0,2 мм допускается припиловка торца затвора. Кроме того, между правой стороной гребня затвора и окном основания приемника должен быть зазор не менее 0,7 мм.

В автомате боевые выступы затвора также подгоняют по копоти или краске, обеспечивая прилегание их к уступам вкладыша не менее 60% площади. При этом затвор должен запирать ствол при шашке 32, 83 мм и не должен запирать ствол при шашке 32,9 мм. Для прохождения затвора под боевыми уступами коробки допускается припиловка выступов на затворе. При закрытом затворе зазор между передним торцем затвора и пеньком ствола проверяют непроходным кольцом. При отладке узла запирания автомата должно быть обеспечено начало поворота затвора по скосу сухаря при зазоре между пеньком ствола и торцом затвора в пределах 2,0 - 2,5 мм.

В крупнокалиберном пулемете при отладке узла запирания прежде всего накладывают скос на переднем торце личинки,

взаимодействующий с выступом направляющей ствола. Прилегание на площади не менее 15 мм^2 ($^2/_3$ от всей площади) должно быть при недоходе личинки до торца ствола на 1,1 мм, для чего в патронник подставного ствола вставляют шашку с толщиной закраины 1,1 мм.

Проверку прилегания производят по копоти. Высокие требования по пригонке скоса личинки обусловлены его влиянием на поворот личинки в сторону запирания. После этого по мере надобности пригоняют ускоритель к пазам коробки и затвора. Прилегание ускорителя к поверхностям названных пазов должно быть не менее $^2/_3$ их площади. Для проверки запирания ствола личинкой на подставном стволе наносят риску, совпадающую со срезом правой щеки боевой личинки. При вставленных шашках заключение о запирании ствола производят по совпадению риски с указанным срезом личинки. Личинка должна запирать ствол при шашке №2 (99,28 мм) и не должна запирать ствол при шашке №5 (99,54).

В дальнейшем на операции комплектации пулемета стволами проводят контроль по шашкам.

Наиболее трудоемкой при общей сборке является сборка и отладка механизма питания. Основной вид сборки при этом состоит в индивидуальной подгонке.

Например, отладка механизма питания ручного пулемета включает: подгонку основания приемника, подгонку крышки, подающих и фиксирующих пальцев, движка, рычагов подачи и т. д.

Проверка правильности отладки механизма питания в ручном пулемете включает проверку взаимодействия деталей механизма и проверку подвижных частей на заклинивание.

Для проверки взаимодействия деталей механизма питания ручного пулемета берут ленту на 50 патронов, в которую закладывают патроны-шашки и подвешивают груз в 2 кг, соответствующий массе снаряженной ленты. При медленном отведении подвижных частей за рукоятку до постановки на шептало подаватель должен подать патрон-шашку, а фиксатор патрона зафиксировать ленту.

При плавной подаче подвижных частей вперед подаватель должен зайти за очередной патрон-шашку. Указанная проверка производится на пяти перезаряжаниях.

Проверка на заклинивание производится на той же ленте, при этом подвижные части отводят в крайнее заднее положение и отпускают. В случае недохода подвижных частей в крайнее переднее положение производят зачистку затворного паза ствольной коробки, замену движка и др. В крупнокалиберном пулемете, например, для уменьшения сил сопротивления в механизме подачи перед общей сборкой, приводят механическую гонку крышки, ползуна и движка. Гонка производится с пастой ГОИ по 5 минут на каждой стороне питания при 450 - 500 циклов в минуту.

После окончания общей сборки пулемета производят гравировку, включающую марку завода, номер пулемета и год.

Следует, однако, иметь ввиду, что отладка механизмов оружия, проведенная на общей сборке, не может гарантировать нормальную работу при стрельбе вследствие различных условий, прежде всего в отношении действующих сил и ускорений.

Поэтому все образцы автоматического стрелкового оружия проходят испытание стрельбой, где по мере надобности проводится окончательная отладка.

Практика работы заводов показывает, что можно значительно сократить расход боеприпасов на отладку оружия стрельбой, если провести предварительную холостую гонку деталей подвижной системы с целью их приработки. Кроме того, предварительная приработка подвижных деталей позволит оценивать работу отдельных механизмов и оружия в целом в условиях относительно установившихся характеристик посадки.

Холостую гонку пулеметов производят на механических станках, обычно кривошипно-шатунного типа или специальными приспособлениями. Режим гонки должен соответствовать темпу стрельбы.

Однако, как показывает опыт работы заводов, механическая гонка пулеметов дает значительно меньший эффект по сравнению с гонкой пневматической, максимально приближающей условия притирания деталей к условиям, имеющимся при выстреле.

Принципиальная схема пневматической гонки крупнокалиберного пулемета дана на рис. 1.18. Пулемет устанавливают на стенде, при этом снимают ствол, вместо которого к боевой личинке примыкает шток поршня пневматического цилиндра.

Воздух при открытом кране поступает по каналу золотника, создает давление на поршень и сообщает через шток поршня определенный импульс подвижным частям пулемета, которые начнут перемещаться в крайнее заднее положение. После этого золотник под действием пружины переместится в цилиндре и перекроет входной канал А, а канал Б соединит с атмосферой. Подвижные части перемещаются в переднее положение под действием возвратной пружины. При этом шток поршня, преодолев действие пружины золотника, сдвинет последний так, что будет перекрыт выпускной канал, и воздух через канал А получит доступ в цилиндр.

После гонки ОТК производит окончательный 100-процентный осмотр оружия, а военный представитель - выборочный, и оружие поступает на испытание стрельбой. Испытания стрельбой имеют целью проверить прочность деталей, безотказность работы автоматики и привести оружие к нормальному бою.

Окончательно отлаженное оружие, выдержавшее все испытания и принятое военным представителем, подвергается горячей смазке и укупорке.

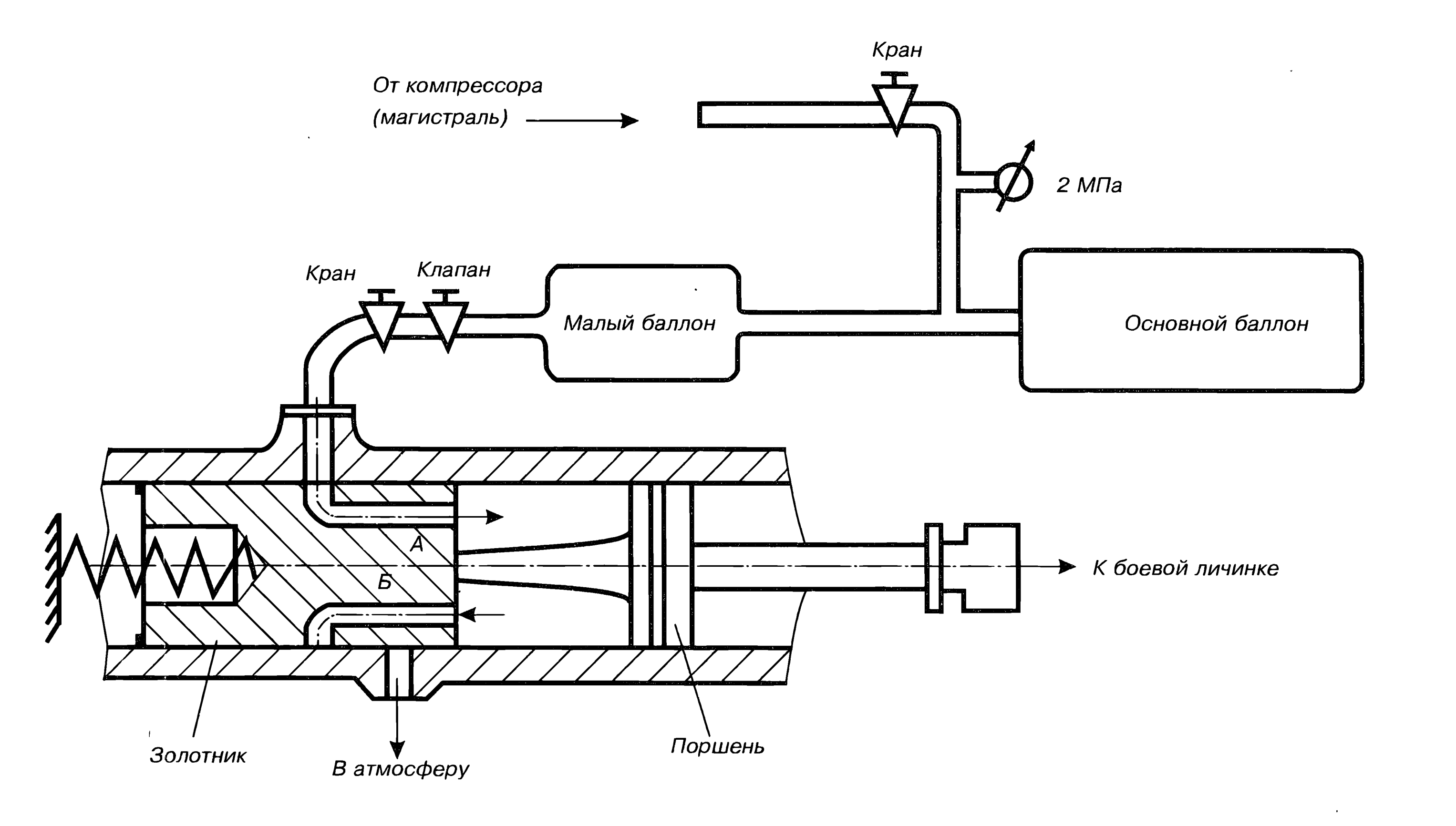


Рис. 1.18. Схема пневматической гонки крупнокалиберных пулеметов и артиллерийских автоматов.

Неоксидированные детали подвергают пассивированию. Горячая смазка, осуществляемая с целью покрытия всех поверхностей деталей слоем смазки, определяет длительность хранения оружия без появления налета ржавчины.

Горячая смазка выполняется для собранного оружия в целом или отдельно для его основных частей. Сначала произодят смазку в ванне №1, имеющую температуру 105 - 115°С. Для этого смазываемый объект опускают в ванну и выдерживают в течение 15 - 20 минут (для несложных объектов время выдержки может быть меньшим). После этого производят охлаждение до температуры 20° С. Целью смазывания в этой ванне является обеспечить проникание смазки во все сочленения оружия.

Повторная смазка производится в ванне №2, имеющей температуру 50 - 70°С. Выдержка в этой ванне определяется необходимой толщиной слоя смазки и составляет обычно около 5 минут.

При укупорке в ящик производят дополнительную смазку с помощью кисти.

В качестве смазки обычно применяют смесь 50% ружейной и 50% пушечной смазки.

Горячая смазка в настоящее время механизируется применением конвейеров.

Наряду с описанным способом горячей смазки и укупорки оружия в последнее время применяется способ герметической укупорки в хлорвиниловых чехлах, внутри которых размещают влагопоглотитель.

2. МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЯ ОРУЖИЯ

Испытания являются заключительным этапом в производстве деталей, сборок и оружия в целом.

Детали и сборки подвергают испытаниям обычно в готовом виде с целью определения соответствия предъявляемым к ним требованиям. Собранное оружие наряду с приемочно-контрольными испытаниями подвергают предварительно также испытаниям с целью отладки.

Характер испытания готовых деталей и сборок разнообразный и зависит от условий работы этих деталей в оружии при его эксплуатации.

Например, все стволы подвергают испытанию на прочность. Долгое время для этого производили пороховую пробу. Пороховой заряд подбирали так, чтобы создать в стволе давление, которое в разное время устанавливали в пределах 350 - 550 МПа.

В настоящее время пороховую пробу не проводят, а испытывают стволы двумя усиленными выстрелами, создающими в канале ствола давление в 420 МПа. После усиленных выстрелов стволы подвергают наружному осмотру и контролю на магнитном дефектоскопе. Специальному контрольному испытанию на прочность подвергают также штык карабина, который должен пробить отожженную стальную пластину толщиной в 1 мм при падении груза в 5 кг с высоты 700 мм, при этом конец штыка не должен подгибаться.

Специальным испытаниям подвергают пружины. Ответственным испытанием деталей является контроль марки стали (проводят обычно для специальных сталей) и контроль на дефектоскопе.

Контроль марки стали в настоящее время производят с помощью спектрального анализа, основными достоинствами ко-

торого являются быстрота и то, что для этого метода не нужно специальной пробы.

Цель контроля на магнитном дефектоскопе состоит в выявлении на поверхности детали трещин, закатов, флокенов, волосовин и неметаллических включений.

Сущность данного испытания состоит в том, что после намагничивания деталь (ствол, ствольная коробка, затвор и др.) погружают в ванну с магнитной суспензией, исключающей тончайший порошок металлических опилок.

Если металл детали сплошной и однородный, то опилки будут распределяться равномерно. При трещинах и других дефектах в металле в этих местах будет происходить повышенное отложение опилок, что легко обнаруживается при осмотре детали. Контроль на поверхностные дефекты производится, как правило, на остаточной намагниченности путем пропускания переменного тока непосредственно через деталь (циркулярное намагничивание) или через вспомогательный стержень, расположенный в центре полой детали. Намагниченные детали нагружают в суспензию на 1 - 2 минуты.

Общим испытанием для всех деталей и сборок является устанавление соответствия их требованиям чертежей и ТУ в отношении точности размеров, правильности геометрических форм, взаимного расположения элементов деталей и чистоты поверхностей.

Испытания готового собранного оружия разделяют на приемочные и контрольные. Целью приемочных испытаний является установление качества оружия, предъявленного к приемке. Контрольные испытания имеют целью проверить качество принятого оружия. Приемочные испытания являются составной частью производственного процесса завода. Контрольные испытания в зависимости от решаемых при этом задач разделяют на заводские, полигонные и войсковые.

Основными приемочно-контрольными заводскими испытаниями собранного оружия являются испытания:

- двумя выстрелами с усиленным зарядом;
- на меткость;
- на взаимодействие механизмов;
- на взаимозаменяемость;
- на живучесть.

2.1. ИСПЫТАНИЕ ОРУЖИЯ НА ПРОЧНОСТЬ

Испытание двумя выстрелами с усиленным зарядом проводят с целью проверки прочности деталей узла запирания, а также для проведения «осадки» деталей узла, что можно уподобить форсированной приработке. Для испытаний применяют

патроны, заряды которых развивают при выстреле давление в канале ствола равное 320±10 МПа.

В результате испытания не должно быть поломок деталей или трещин на них, а общая «осадка» не должна выходить за предел установленного калибра шашки.

С этой же целью в ряде систем «осадку» производят еще в процессе узловой сборки. Так, при узловой сборке ствольной коробки карабина посадку вкладыша проверяют усилием в 30 Н и производят его осадку усилием 300 Н.

В большинстве случаев в результате испытания стрельбой с усиленным зарядом затвор «кроет» шашку на номер больший той, которая была установлена до испытания.

Прохождение оружием испытания стрельбой с усиленным зарядом фиксируется постановкой клейма на основной детали (часто на ствольной коробке). Если в последующем произойдет замена хотя бы одной детали узла запирания, то испытание повторяется.

2.2. ИСПЫТАНИЕ НА МЕТКОСТЬ

Испытание на меткость имеет целью проверить правильность приведения оружия к нормальному бою путем компенсации производственных погрешностей, влияющих на меткость. Меткость боя оружия зависит от ряда производственных факторов: точности сборки прицельных приспособлений, прямолинейности канала ствола и перпендикулярности дульного среза, точности соединения ствола со ствольной коробкой, разнокрытия боевых упоров, утыкания поршня в патрубок газовой камеры и др.

В большинстве случаев все названные факторы вносят систематические ошибки, которые могут быть компенсированы путем соответствующей установки мушки.

Методика проведения испытания, включающая вид огня, число выстрелов, дистанцию, установку прицела, мишень, применение упоров, пристрелочных станков и др., а также контрольные требования, которым должно удовлетворять оружие: положение средней точки попадания, характеристики рассеивания и др., устанавливается техническими условиями на данный образец оружия. В ТУ указывают также допустимые пределы перемещения мушки или целика и другие процессы, связанные с приведением оружия к нормальному бою.

Например, для крупнокалиберного пулемета производят из каждого ствола по четыре одиночных выстрела с установкой прицела 4 и целика 0. Пулемет крепится в пристрелочном станке. Пулемет считается приведенным к нормальному бою, если средние точки попадания из трех стволов укладываются в круг 19 см, описанный из контрольной точки, расположенной выше

точки прицеливания на 8 см, и четыре пробоины каждого ствола укладываются в круг 27 см.

В процессе приведения к нормальному бою допускается правка стволов и кожухов, а также смещение основания предохранителя мушки на величину, не превышающую двух делений вправо и влево.

Приведение к нормальному бою ручного пулемета полностью соответствует требованиям руководства службы.

Бой пулемета проверяется сначала одиночными выстрелами (четыре патрона) с исправлением наводки после каждого выстрела - предварительная проверка, а затем короткими очередями (8 патронов в 3 - 4 очереди) с исправлением наводки после каждой очереди - окончательная проверка.

Следует отметить, что на результаты стрельбы существенное влияние оказывает стрелок. Это обстоятельство учтено в руководстве службы, где указано: «Стрельба при проверке боя производится пристрельщиками, отобранными командиром роты из числа лучших наводчиков, в присутствии пулеметчиков за которыми закреплен пулемет, и командира отделения, причем наводчик проверяемого пулемета должен быть вторым номером у пристрельщика».

Поэтому при заводских испытаниях на меткость одиночными выстрелами с целью уменьшения влияния субъективных особенностей стрелка пулемет устанавливают в станок, имеющий пружинные амортизаторы и механизмы наводки. Для уменьшения погрешности наводка проводится по оптической накладке, базирующейся на целик и мушку.

Накладка имеет оптическую трубку с 24-кратным увеличением. Дистанция стрельбы - 100 м. Бой пулемета РПД признается нормальным, если три пробоины из четырех вмещаются в круг диаметром 15 см, при этом средняя точка попадания должна совпасть с контрольной точкой или отклониться от нее не более, чем на 5 см.

Проверка боя пулемета автоматическим огнем ведется из положения лежа с сошек. Бой пулемета считается нормальным, если не менее шести пробоины из восьми вмещаются в круг диаметром 20 см и средняя точка попадания при этом отклоняется от контрольной точки не более чем на 5 см.

Для сокращения расхода боеприпасов и времени на отладочные стрельбы, имеющие целью привести оружие к нормальному бою, производят «холодную» пристрелку. Задача «холодной» пристрелки состоит в согласовании положения линии прицеливания относительно оси канала ствола. Можно отметить следующие методы выверки прицельной линии с помощью:

1) прибора с натянутой нитью;
2) стрелочных калибров;
3) трубки холодной пристрелки;

4) автоколлимационного прибора;

5) оптической накладки;

Первые два метода устарели и в настоящее время не применяются.

Схема установки для выверки прицельной линии с помощью трубки холодной пристрелки (ТХП) показана на рис. 2.1.

Оружие устанавливают в станке, имеющем механизмы наведения, и при помощи трубки холодной пристрелки наводят ось канала ствола в точку прицеливания мишени, отстоящую от оружия на 20 - 50 м. Затем устанавливают необходимый прицел и, регулируя положение мушки, совмещают линию прицеливания с точкой прицеливания.

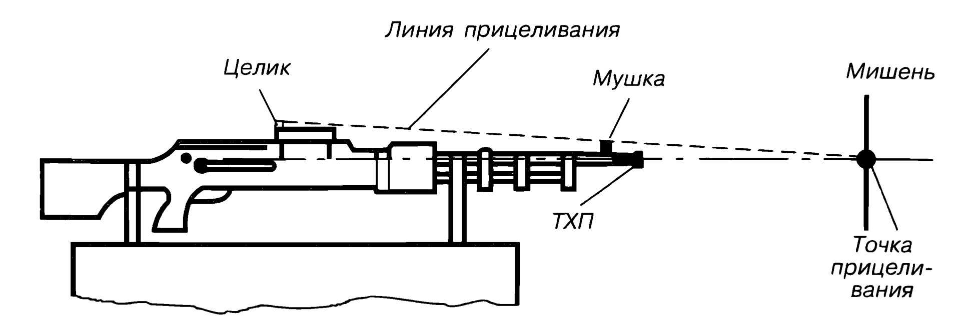


Рис. 2.1. Схема установки для выверки прицельной линии с помощью ТХП.

Трубка холодной пристрелки имеет объектив, окуляр и стержень, служащий для установки трубки в канале ствола. В объективе расположена сетка с ценой деления 5'. Данные прибора: увеличение - 5-кратное, поле зрения - 7°20'.

Несколько более высокая точность выверки прицельной линии достигается с помощью автоколлиматора (рис.2.2).

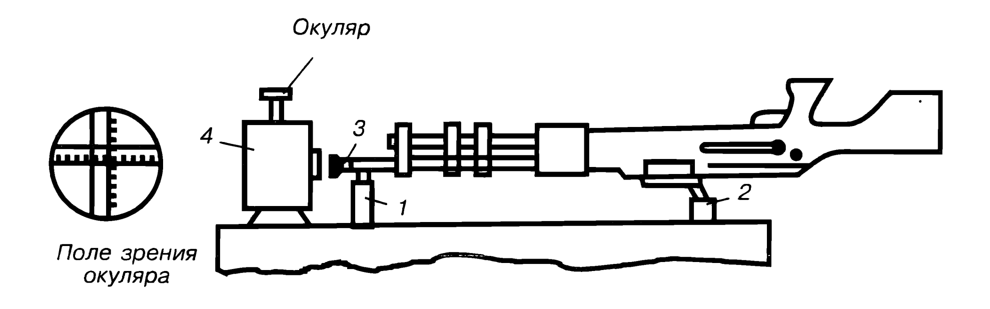


Рис. 2.2. Схема установки для выверки прицельной линии с помощью автоколлиматора.

Оружие устанавливают на стойки приспособления, при этом стойка 1 имеет продольный паз для мушки, а стойка 2 - гребень для прорезки целика. При выверке прицельной линии ручного пулемета устанавливают прицел 3 и целик 0. С дульной части в канал вставляют калибр 3, имеющий полированный торец. Регулируя положение мушки, добиваются совмещения перекрестий автоколлиматора 4. Метод выверки прицельной линии с помощью оптической накладки состоит в том, что оружие устанавливают на пробках, входящих в канал ствола с дульной и казенной частей, фиксируя тем самым положение оси канала ствола относительно точки прицеливания. Далее на мушку и целик устанавливают накладку с оптической трубкой (снайперский прицел) и, регулируя положение мушки, добиваются совмещения перекрестия прицела с положением средней точки попадания, установленной отстрелом со станка и с применением оптической накладки.

2.3. ИСПЫТАНИЕ НА ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ МЕХАНИЗМОВ

Испытание на взаимодействие механизмов применяется для автоматического оружия и имеет целью проверить работу автоматики при определенных условиях, соответствующих условиям боевого использования того или иного образца.

Методика проведения испытаний стрельбой на взаимодействие механизмов существенно отличается для оружия опытного образца, опытной серии или валового производства.

Методика проведения испытаний оружия валового производства дается в ТУ. Основное внимание при испытании обращают на недопустимость задержек, самострельности и поломки деталей.

Ручные пулеметы испытывают на взаимодействии механизмов стрельбой в следующем порядке:

1) из холодного пулемета производят 100 выстрелов, при этом первые 10 выстрелов раздельно с целью проверки самострельности, а затем 30 - 40 выстрелов очередями по 3 - 5 патронов и остальные непрерывным огнем;

2) пулемет охлаждают струей воды или подвергают дождеванию;

3) непосредственно после дождевания при полно снаряженной ленте, вложенной в коробку, делают 10 раздельных выстрелов на проверку самострельности.

2.4. ИСПЫТАНИЕ НА ЖИВУЧЕСТЬ

Испытание на живучесть для оружия массового производства производят в соответствии с договором обычно один раз в квар-

тал. Для чего создают специальную комиссию с участием военного представителя. Оружие для испытания берут из числа окончательно принятых военной приемкой.

Целью испытания на живучесть является:

1) установить действительную живучесть отдельных деталей и сборок оружия;

2) проверить живучесть всего оружия с комплектом запасных частей;

3) проверить взаимодействие механизмов и меткость оружия на различных степенях износа деталей.

Нормы живучести некоторых образцов оружия (с комплектом ЗИП) и допустимый процент задержек даны в таблице 2.1.

Таблица 2.1.

Нормы живучести и допустимый процент задержек

№ по пор.	Оружие	Количество выстрелов	Допустимое число задержек, %
1	Пистолеты	3000	1,0
2	Винтовки	5000	0,5
3	Карабины	20000	0,6
4	Автоматы	6000	2,0
5	Станковые пулеметы	25000	0,15
6	Крупнокалиберные пулеметы	12000	0,8
7	Ручные пулеметы	15000	0,15 - 0,3
8	Автоматические пушки	10000	0,2

Методика проведения испытаний на живучесть излагается в ТУ. Испытания обычно ведут до нормы живучести всего пулемета, фиксируя при этом живучесть отдельных деталей и сборок.

Например, в ТУ для деталей крупнокалиберного пулемета установлены следующие нормы живучести.

Пружина левого фиксатора .... 4000 *выст.*
Фиксатор правый .... 6000 *выст.*
Кольцо правого фиксатора, боек, пружина разобщителя,
подаватель патрона, пружина упора подавателя .... 4000 *выст.*
Разобщитель, извлекатели левый и правый, палец
ударника, ускоритель, возвратно-боевая пружина ... 6000 *выст.*
Патроннная лента на 10 звеньев .... 20 пропусков
Ствол .... 4000 *выст.*

Перед испытанием оружия осматривают, контролируют узловые размеры калибрами, а для автоматического оружия замеря-

ют темп стрельбы, записывают велосимметрические диаграммы и отстреливают на кучность боя. Режим огня для ручного пулемета следующий: одна лента (100 патронов) выпускается очередями 5 - 10 выстрелов, вторая лента (100 патронов) выпускается непрерывным автоматическим огнем; после каждых двух лент пулемет охлаждают водой. Периодически в процессе испытания осматривают оружие и контролируют узловые размеры калибрами, а также отстрел на кучность боя.

Для ручного пулемета, например, осмотр производят через каждые 3000 выстрелов, а отстрел на кучность - перед испытаниями на живучесть после 12000 выстрелов, 18000 выстрелов и в конце испытания на живучесть.

При этом кучность боя считается неудовлетворительной, если средний радиус рассеивания (R - 50) увеличился более чем в 2,5 раза против начального.

В процессе испытания на живучесть фиксируют обнаруженные задержки, число которых не должно превышать допускаемого ТУ.

Все результаты испытания фиксируют в журнале испытаний, которые затем изучаются на предмет проведения необходимых мероприятий по улучшению технологических процессов изготовления и сборки, увеличения живучести деталей и оружия в целом и надежности работы оружия.

2.5. ИСПЫТАНИЕ НА ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТЬ

Испытание на взаимозаменяемость для оружия валового производства регламентировано ТУ. Для ручного пулемета эти испытания проводят один раз в месяц, а для крупнокалиберного пулемета - один раз в квартал.

Данные испытания, помимо определения соответствия требованиям ТУ по взаимозаменяемости деталей и сборок, позволяют также периодически проверять качество принятого оружия. Для проведения испытания на взаимозаменяемость обычно создают комиссию с участием военного представителя.

Образцы, отобранные для испытания (5 - 10 образцов), проверяют наружным осмотром, калибрами, а некоторые детали испытывают на твердость. Затем оружие разбирают и взаимозаменяемые детали и сборки его (согласно ТУ) перемешивают, после чего оружие вновь собирают без применения какой-либо дополнительной обработки или подбора.

Собранное оружие подвергают техническому осмотру с контролем узловых размеров калибрами и обязательной проверкой узла запирания по шашкам, а также производят контрольные отстрелы.

3. ОРГАНИЗАЦИЯ ВОЕННОЙ ПРИЕМКИ

Военная приемка производится в соответствии с положениями о военных представителях в промышленности и конкретными условиями, определяемыми прежде всего конструкцией изделия, программным заданием, степенью отработанности и освоения изделия на данном заводе и др.

Военные представители Министерства Обороны РФ на промышленных предприятиях, в конструкторских бюро, научно-исследовательских организациях, выполняющих военные заказы, являются органами военного контроля за разработкой и производством продукции, изготовляемой по заказам главных и центральных управлений Министерства Обороны РФ, и осуществляют приемку продукции.

Военные представительства в промышленности подчинены соответствующему центральному управлению Министерства Обороны и работают под его руководством.

Типовая схема организации аппарата военного представительства дана на рис. 3.1.

Районный инженер объединяет несколько предприятий, производящих предметы вооружения, обычно расположенных в одном районе (кусте). Старший военный представитель или военный представитель возглавляет приемку отдельного предприятия.

Старший военный представитель и военный представитель на одном предприятии обычно бывают в тех случаях, когда данное предприятие изготовляет несколько изделий. Тогда общее руководство приемкой осуществляет старший военный представитель, а военный представитель возглавляет приемку отдельного изделия. Помощники военного представителя и старшие техники обычно осуществляют контроль и приемку изделия на отдельных участках, объединяющих один или несколько объек-

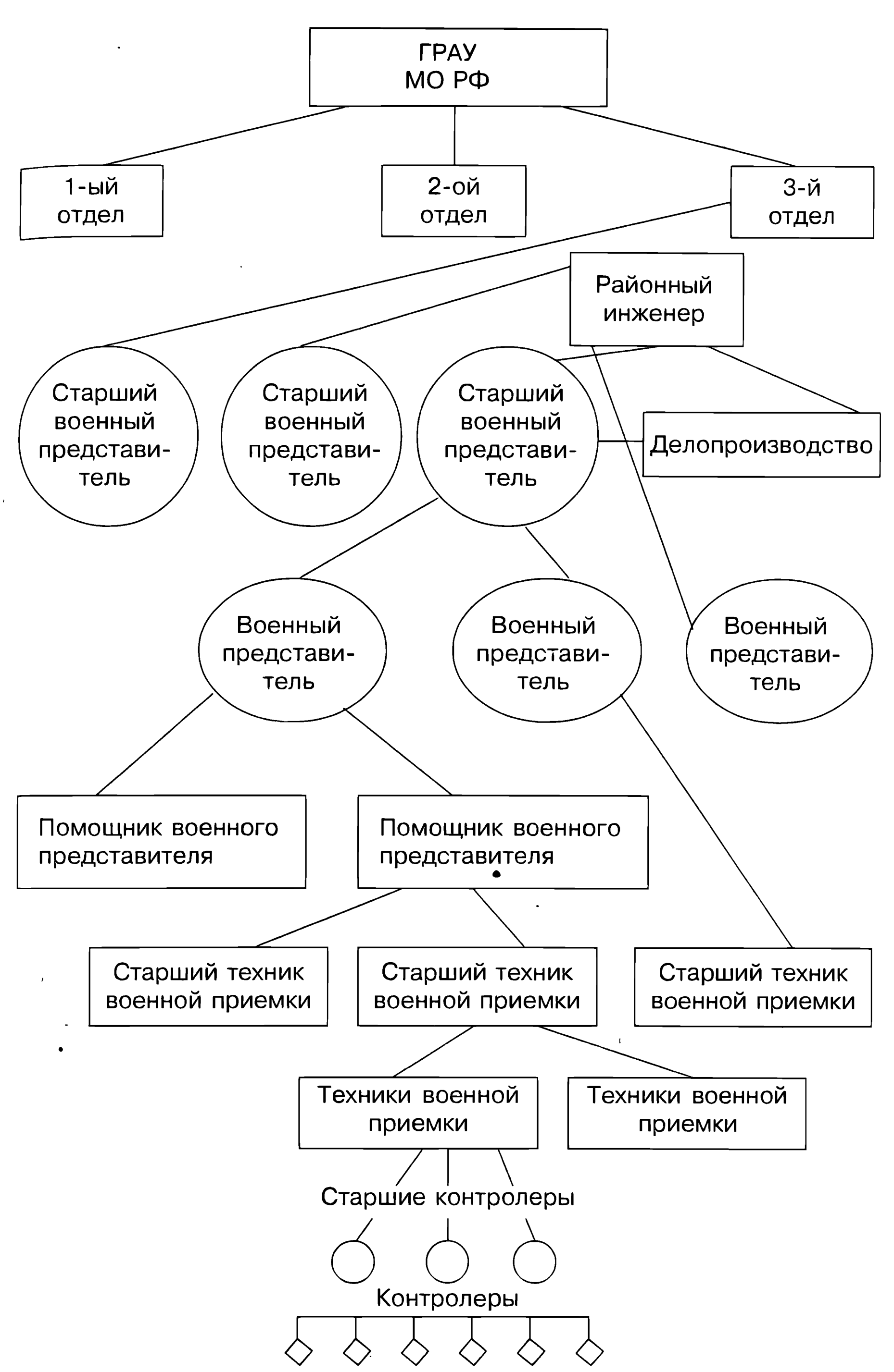


Рис. 3.1. Схема организации аппарата военного представительства

тов контроля. Штаты военных представителей устанавливаются соответствующими Центральными управлениями Министерства Обороны РФ.

На военных представителей возлагается:

1) контроль за разработкой и выполнением предприятиями чертежей, ТУ прочей технической документации на изделия;

2) контроль за соответствием принимаемой продукции, утвержденной чертежами и ТУ, а также за соблюдением технологического процесса ее изготовления;

3) контроль за выполнением научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ;

4) выборочная проверка через лаборатории качества материалов, сырья и исходных продуктов, применяемых для военной продукции;

5) техническая приемка материалов для изготовления наиболее ответственных деталей;

6) техническая приемка наиболее ответственных агрегатов, деталей и их клеймение;

7) окончательная техническая и количественная приемка готовой и полностью укомплектованной продукции;

8) тщательный учет и изучение рекламаций и принятие мер для их устранения;

9) участие в заводских испытаниях;

10) проверка заводской калькуляции себестоимости;

11) контроль за правильностью финансовых расчетов, оформление формуляров, комплектации, упаковки, погрузки и отправки готовой продукции и высылки отгрузочных документов.

В области мобилизационной работы военные представители обязаны:

1) знать мобилизационное задание и мобилизационную готовность предприятия;

2) участвовать в разработке и проверке мобилизационного плана предприятия;

3) следить за всеми изменениями в мобилизационном плане;

4) проверять обеспеченность производства по мобилизационному плану оборудованием, инструментами, приспособлениями;

5) проверять качество полуфабрикатов, материалов, инструментов, приспособлений, закладываемых в мобилизационный запас, своевременное пополнение их, соблюдение режима хранения.

Военные представители несут ответственность:

1) за качество, комплектность и полное соответствие требованиям ТУ принятой продукции;

2) за своевременное донесение о причинах, препятствующих выполнению заказов в срок;

3) за полноту и качество проведения предусмотренных заводских испытаний продукции и за объективную оценку результатов этих испытаний;

4) за отправку принятой продукции по назначению.

Для решения перечисленных задач военные представители в соответствии с положением о военных представительствах могут применить любой вид контроля и приемки продукции в любой стадии ее изготовления. Вместе с тем о порядке приемки продукции военный представитель должен поставить в известность директора предприятия.

При организации военной приемки необходимо учитывать, что контроль военного представительства является дублирующим по отношению к ОТК завода. Поэтому количество объектов контроля и виды контроля должны обеспечивать минимальный, но достаточный для суждения о качестве продукции объем контрольных работ. Работа аппарата военного представителя должна быть направлена не на подмену ОТК, а, наоборот, на повышение ответственности ОТК завода за качество выпускаемой продукции. Поэтому контроль ОТК, как правило, сплошной, а контроль военного представителя — выборочный.

Применяемые организационные формы и методы контроля наряду с решением задач приемки изделий требуемого качества, что составляет основу работы аппарата военного представителя, должны быть также направлены на предупреждение выпуска недоброкачественной продукции, на постоянное повышение боевых свойств оружия.

Военные представители своим опытом и знаниями могут и должны помогать работникам завода в выполнении задач по выпуску продукции высокого качества и других показателей государственного плана.

Основными исходными данными для организации работы аппарата военной приемки являются рабочие чертежи, технические условия на изделие и договор.

В соответствии с особенностями изделия, а также степенью отработанности его и состоянием производства объекты контроля, виды контроля и организационные формы могут изменяться в достаточно широких пределах.

Основными организационными формами работы аппарата военного представителя следует считать:

1) постоянно действующие контрольные точки;

2) постоянное наблюдение за работой отдельных производственных участков;

3) периодические задания работникам аппарата военной приемки по проверке работы отдельных производственных участков;

4) участие в постоянных или эпизодических комиссиях;

5) оформление приемочных и других элементов от имени заказчика.

Указанные организационные формы контроля пронизывают всю работу аппарата военной приемки и находят применение на всех основных объектах контроля. Выбор объектов контроля определяется решением основной задачи военного представителя — задачи приемки изделий требуемого качества.

Обычно к основным объектам контроля относят:

1) материалы, идущие на изготовление деталей оружия;

2) технологические процессы обработки и сборки;

3) качество изготовления деталей и сборок;

4) собранное оружие, его испытание и технический осмотр;

5) смазка, комплектация и укупорка готового изделия;

6) себестоимость изделия.

Контроль материалов имеет целью:

1) предотвратить получение производством металла, не отвечающего требованиям ГОСТ и ТУ;

2) исключить случаи применения неположенных марок стали;

3) исключить случаи замены без ведома военного представителя одной марки стали другой.

Для решения указанных задач материалы контролируются на различных стадиях производства. Особое внимание уделяют контролю материалов, идущих на изготовление главнейших деталей оружия из легированных сталей: стволов, ствольных коробок, затворов и др.

Для контроля качества металлов, получаемых с металлургических заводов, а также для проверки правильности выдачи металла в производство военный представитель иногда имеет постоянную контрольную точку в складе материалов.

Задачами этой контрольной точки являются:

1) проверка правильности оформления документации на полученные с металлургических заводов материалы;

2) проверка соответствия данных сертификатов и результатов контрольных испытаний, организуемых в лабораториях отдела главного металлурга завода;

3) наблюдение за правильностью хранения металлов в складе;

4) контроль правильности выдачи материалов в производство.

При отсутствии в складе материалов требуемой марки стали в производство может быть пущен заменитель, обозначенный в приложении к ТУ, или другой материал, имеющий необходимые физико-механические свойства.

Запуск таких материалов в производство производится по сигналу-акту, который вступает в силу после его подписания военным представителем.

После запуска металла в производство военный представитель ораганизует периодический контроль за тем, чтобы не допустить перепутывания марок стали. Для этого военный предста-

витель предусматривает в своем плане работы проверку правильности клеймения деталей, а при надобности производит в лаборатории завода все необходимые исследования для уточнения физико-механических свойств стали.

Контроль технологических процессов обработки и сборки имеет целью обеспечить строгую технологическую дисциплину, нарушение которой является одной из главнейших причин выпуска недоброкачественной продукции.

Основными методами контроля технологических процессов обработки и сборки являются:

1. Постоянные контрольные точки для отдельных операций или для групп операций; такой контроль организуют, например, на операции хромирования каналов стволов, на операциях термической обработки, на операции посадки муфты ствола на ствол в крупнокалиберном пулемете и др. В этом случае постоянному контролю подлежат режимы работы, состояние оборудования, состав ванн и другие параметры, характеризующие операции.

2. Периодический контроль проведения операций по плану работы военного представителя с целью установления соответствия действительных характеристик операции зафиксированным в технологической документации.

Для этого проверяют оборудование, приспособления, режущий и измерительный инструменты, режимы работы, качество обработанных поверхностей, точность получаемых размеров и др.

В связи с постановкой периодического контроля операций особо важное значение имеет внедрение в практику работы аппарата военной приемки методов текущего статистического контроля хода технологических процессов. Внедрение этих методов контроля, являющихся предупредительными, позволит повысить требовательность к проведению операций и тем самым качество продукции.

3. Метод визирования военным представителем изменений в технологических процессах. Постоянное развитие производства и внедрение новой техники приводит к необходимости систематического изменения технологических процессов, направленных на повышение производительности.

Обычно различают два вида изменений:

а) изменения, не требующие корректировки в чертежах и не влияющие на качество продукции; в этих случаях военный представитель лишь извещается о проведенных изменениях;

б) изменения, требующие внесения поправок в чертежах или оказывающие влияние на качество продукции; в этих случаях требуется обязательное согласование изменений с военным представителем. Часто для решения вопроса о нецелесообразности внесения изменений в технологический процесс требуется проведение специальных исследований, к участию в которых привлекается и военный представитель.

Порядок внесения изменений в чертежи определен ТУ ГРАУ. Например, заводом освоена операция точного литья ряда деталей. В связи с этим может потребоваться коренное изменение методов обработки, для чего необходимо внести некоторые изменения в рабочие чертежи. Кроме того, качество деталей, получаемых точным литьем, отлично от качества деталей, обработанных из штампованной заготовки или сортового материала. Поэтому для решения вопроса о целесообразности введения изменений совершенно необходимы испытания живучести деталей точного литья. Точно также потребуются специальные испытания на живучесть, качество хромирования и антикоррозионную стойкость стволов, нарезы которых получены электрохимическим методом.

Качество изготовления деталей и сборок имеет целью установить соответствие деталей требованиям чертежей и ТУ и предотвратить от проникновения на сборку дефектных деталей. Важность данного объекта контроля определяется тем, что качество изготовления деталей и сборок определяет качество всего оружия. От качества изготовления деталей зависит их взаимозаменяемость, требуемые сопряжения в сборках и живучесть.

Этим объясняется необходимость постоянной контрольной точки в системе аппарата военного представителя по контролю качества деталей и сборок перед подачей их в сборочные цеха.

Контроль деталей военный представитель производит после приемки их ОТК, при этом ОТК проводит сплошной контроль, а военный представитель выборочный. Важными вопросами при организации контрольной точки являются установление номенклатуры деталей, контрольных размеров и поверхностей, процент выборки от предъявленной партии. В номенклатуру деталей, подлежащих контролю, обычно включают основные детали оружия. Мелкие детали (винты, шпильки, шайбы) на контрольной точке военного представителя не контролируют. Аналогично решается вопрос о контролируемых размерах и поверхностях. Обычно контролируют размеры, которые могут оказать влияние на работу отдельных узлов и механизмов оружия; второстепенные размеры часто не контролируют. В существующей практике работы аппаратов военного представителя от предъявленной партии деталей обычно берут 5%. При этом в случае неудовлетворения хотя бы одной детали предъявленным требованиям процент выборки удваивают и если и в этой выборке будет обнаружена дефектная деталь, то вся партия возвращается цеху и на сборку не допускается.

Стволы, как правило, подвергают сплошному контролю. Очевидно, что процент выборки должен зависеть от степени отработанности конструкции и освоения ее производством. Геометрический контроль осуществляют калибрами, перечень которых приложен к ТУ, а контроль шероховатости поверхности и внеш-

него вида по эталонам чистоты и эталонным деталям (предельно допустимым образцам), оговоренным также в ТУ.

Например, предельно допустимые образцы устанавливают на чистоту в нарезах канала ствола, на чистоту патронника, на разгар пульного входа после испытаний, на качку целика и прицельной планки, на чистоту посадочных диаметров и т.д.

Контроль собранного оружия производится на выборку в количестве, указанном в ТУ. Принятая военным представителем партия допускается к испытаниям стрельбой.

После испытания стрельбой оружие разбирают, детали и узлы подвергают выварке и удалению нагара.

Далее в разобранном виде оружие принимается ОТК, оксидируется и предъявляется для окончательной приемки на конвейер военного представителя, где осуществляется тщательный технический осмотр.

Военный представитель производит, как правило, сплошной технический осмотр деталей, узлов и собранного оружия.

Так, при техническом осмотре ручного пулемета конвейер военного представителя имел следующие контрольные точки:

а) осмотр каналов;

б) проверка узла запирания «шашками»;

в) осмотр затвора и затворной рамы;

г) осмотр ствольной коробки;

д) осмотр спусковой рамы и приклада;

е) осмотр системы в собранном виде и проверка взаимодействия механизмов;

ж) осмотр крепления сошек.

При организации работы конвейера военного представителя (часто называют черным конвейером, поскольку детали оксидированы) необходимо учитывать, что технический осмотр является последним звеном в системе контроля военного представителя и поэтому необходимо проверить главнейшие элементы, влияющие на надежность работы системы, с учетом характерных дефектов, обнаруживаемых при техническом осмотре.

Основными проверками, которые должны быть выполнены, например, при осмотре собранного пулемета, является:

а) проверка клейм и сличение номеров;

б) проверка взимодействий деталей подвижной системы и спускового механизма;

в) проверка действия замыкателя ствола;

г) проверка соединения соединительной муфты со ствольной коробкой;

д) проверка соединения спусковой коробки со ствольной.

Для технического осмотра разрабатывают инструкционные карты, являющиеся основным документом технического осмотра.

Принятое оружие поступает в укупорочное отделение цеха, где производится комплектация, горячая смазка и укупорка

Детали, не подлежащие оксидировке, как правило пассивируются.

Участком комплектации, укупорки и смазки, имеющим постоянную контрольную точку, часто руководит помощник военного представителя.

К числу периодически проводимых контрольных испытаний относят:

1) испытание стрельбой большим числом выстрелов (испытание на живучесть);

2) испытание на взаимозаменяемость;

3) специальные контрольные испытания.

Для проведения указанных испытаний создают комиссию, непременным участником которой является военный представитель. Укупоренное оружие хранится на складе готовой продукции завода, который несет ответственность за сохранность до сдачи оружия начальнику транспорта. Отгрузка заводом принятой продукции производится под личным наблюдением военного представителя.

Военные представители в некоторых случаях с целью обеспечения требуемого качества оружия имеют право прекратить приемку.

К таким случаям могут быть отнесены:

1) обнаружение несоответствия изготовленной продукции указанным в договоре тактико-техническим требованиям ТУ, эталонам, чертажам, ГОСТам или образцам;

2) нарушение установленного технического процесса;

3) выпуск изделий без внесения изменений, обусловленных договором или другим двусторонним документом;

4) отрицательные результаты испытаний продукции;

5) массовый брак продукции или использование несоответствующих материалов;

6) необеспеченность военного представителя необходимыми для приемки приборами, контрольно-измерительными инструментами и технической документацией, предусмотренной в ТУ;

7) несоблюдение комплектности продукции.

О прекращении приемки военный представитель письменно ставит в известность предприятие и доносит начальнику Центрального управления МО РФ. В дальнейшем военный представитель действует согласно указаниям начальника соответствующего Центрального управления Министерства обороны Российской Федерации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Балакшин Б. С. Основы технологии машиностроения.— М.: Машиностроение. 1969.— 358 с.
2. Маталин А. А. Технология машиностроения.— Л.: Машиностроение, 1985.— 496 с.
3. Новиков М. П. Основы технологии сборки машин и механизмов.— М.: Машиностроение, 1980.— 592 с.

П Р И Л О Ж Е Н И Е

Примеры расчетов размерных сборочных цепей для узлов ударно-спусковых механизмов произвольных спортивных винтовок типа МСВ - 5 («УРАЛ»).

Пример 1

1. Определение величины перекрытия рычага спуска рычагом шептала (х), используя программную среду «TURBO ПASCAL-7.0»

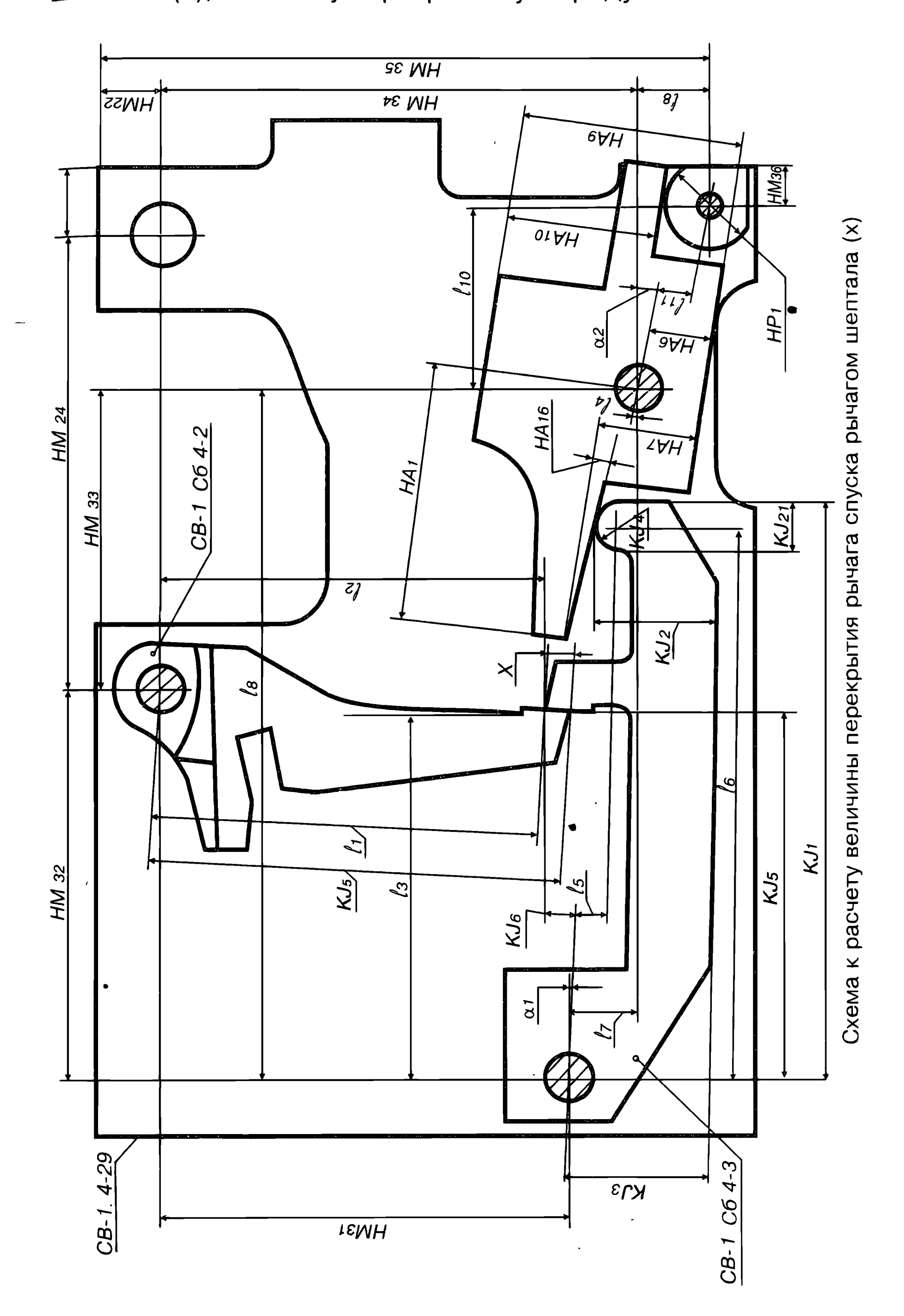


Схема к расчету величины перекрытия рычага спуска рычагом шептала (х)

2. Данные для расчета размерной сборочной цепи.

Номер детали	Наименование	Размеры			
		усл. обозн.	по черт.	откл.	A[i]
СВ-1 Сб 4-2	Рычаг шептала в сборе	Kl_5	25 ± 0,1	± 0,1	1
СВ-1 Сб 4-3	Рычаг спуска в сборе	Kl_1	36,9 ± 0,1	± 0,1	2
		Kl_2	7,5 C_5	− 0,2	3
		Kl_3	8,4 ± 0,1	± 0,1	4
		Kl_4	1,5		5
		Kl_5	23,4 ± 0,1	± 0,1	6
		Kl_6	1,6 ± 0,05	± 0,05	7
		Kl_{21}	3 B_7	− 0,25	8
СВ-1 4-2	Спуск	HA_1	16,7 ± 0,1	± 0,1	9
		HA_6	4 ± 0,1	± 0,1	10
		HA_7	5,8 A_5	+0,16	11
		HA_9	14,5 C_5	− 0,24	12
		HA_{10}	10,3 C_5	− 0,24	13
		HA_{16}	5°	—	14
СВ-1 4-29	Стенка правая	HM_{22}	5,2 ± 0,1	± 0,1	15
		HM_{23}	4,4 ± 0,1	± 0,1	16
		HM_{24}	29,4 ± 0,1	± 0,1	17
		HM_{31}	25 ± 0,05	± 0,05	18
		HM_{32}	25,2 ± 0,05	± 0,05	19
		HM_{33}	19 ± 0,1	± 0,1	20
		HM_{34}	29,3 ± 0,1	± 0,1	21
		HM_{35}	37,2 ± 0,1	± 0,1	22
		HM_{36}	2,5 ± 0,1	± 0,1	23
СВ-1 4-24	Перемычка	HP_1	6 — 0,08	− 0,08	24

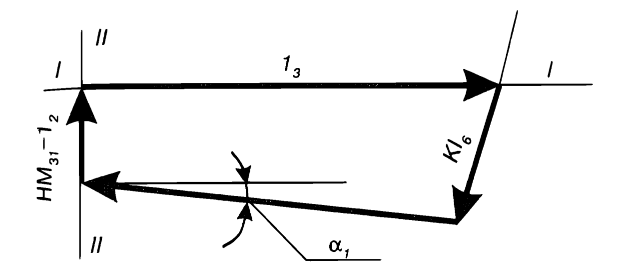
3. Расчет размерных сборочных цепей Определение размера «х»

Условия расчета:

1) спуск повернут до касания в перемычку;
2) рычаг спуска снизу упирается в спуск;
3) рычаг шептала прижат к рычагу спуска.

$x = Kl_5 - 1_1$

$$1_1\sqrt{1_2^2+(HM_{32}-1_3)^2}$$



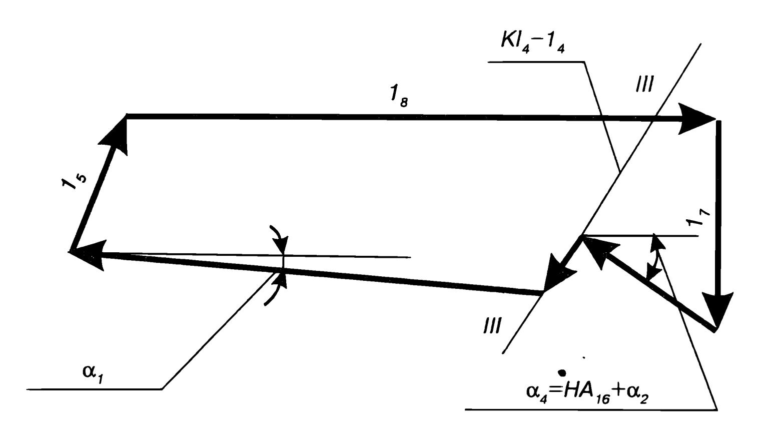
Σ I–I = 0

$1_3 = Kl_6 \cdot \sin\alpha_1 + Kl_5 \cdot \cos\alpha_1$

ΣII – II = 0

$HM_{31} - 1_2 - Kl_6 \cdot \cos\alpha_1 + Kl_5 \cdot \sin\alpha_1 = 0$

$1_2 = HM_{31} - Kl_6 \cdot \cos\alpha_1 + Kl_5 \cdot \sin\alpha_1$



ΣIII – III = 0 $\quad \alpha_4 = HA_{16} + \alpha_2$

$Kl_4 - 1_4 + 1_6 \cdot \sin(\alpha_4 - \alpha_1) - 1_5 \cdot \cos(\alpha_4 - \alpha_1) - 1_8 \cdot \sin\alpha_4 + 1_7 \cdot \cos\alpha_4 = 0$

$Kl_4 - 1_4 + 1_6 \cdot \sin\alpha_4 \cdot \cos\alpha_1 - 1_6 \cdot \sin\alpha_1 \cdot \cos\alpha_4 - 1_5\cos\alpha_4 \cdot \cos\alpha_1 -$
$- 1_5\sin\alpha_4 \cdot \sin\alpha_1 - 1_8 \cdot \sin\alpha_4 + 1_7 \cdot \cos\alpha_4 = 0$

$-(1_5 \cdot \sin\alpha_4 + 1_6 \cdot \cos\alpha_4) \cdot \sin\alpha_1 + (1_6 \cdot \sin\alpha_4 - 1_5 \cdot \cos\alpha_4) \cdot \cos\alpha_1 +$
$+ (Kl_4 - 1_4 - 1_8 \cdot \sin\alpha_4 + 1_7 \cdot \cos\alpha_4) = 0$

Обозначим:

$a_1 = 1_5 \cdot \sin\alpha_4 + 1_6 \cdot \cos\alpha_4$

$b_1 = 1_6 \cdot \sin\alpha_4 + 1_5 \cdot \cos\alpha_4$

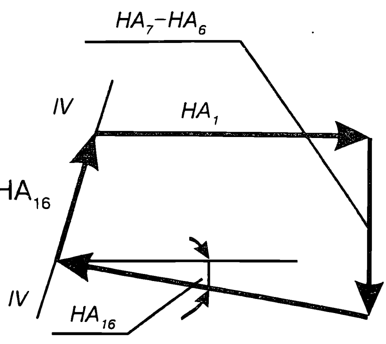
$c_1 = Kl_4 - 1_4 - 1_8 \cdot \sin\alpha_4 + 1_7 \cdot \cos\alpha_4$

$-a_1 \cdot \sin\alpha_1 + b_1 \cdot \cos\alpha_1 + c_1 = 0$

$a_1 \cdot \sin\alpha_1 - b_1 \cdot \cos\alpha_1 - c_1 = 0$

$$\alpha_1 = \operatorname{arctg}\frac{b_1}{a_1} + \arcsin\frac{c_1}{\sqrt{a_1^2 + b_1^2}}\ ;$$

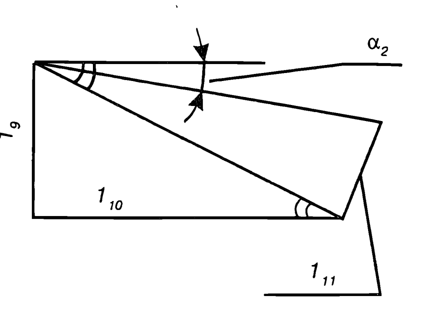
$1_5 = KI_3 - KI_2 + KI_4$
$1_6 = KI_1 - 0{,}5KI_{21}$
$1_7 = HM_{34} - HM_{31}$
$1_8 = HM_{32} - HM_{33}$
$1_4 = (HA_7 - HA_6)\cdot \cos HA_{16} - HA_1 \cdot \sin HA_{16}$



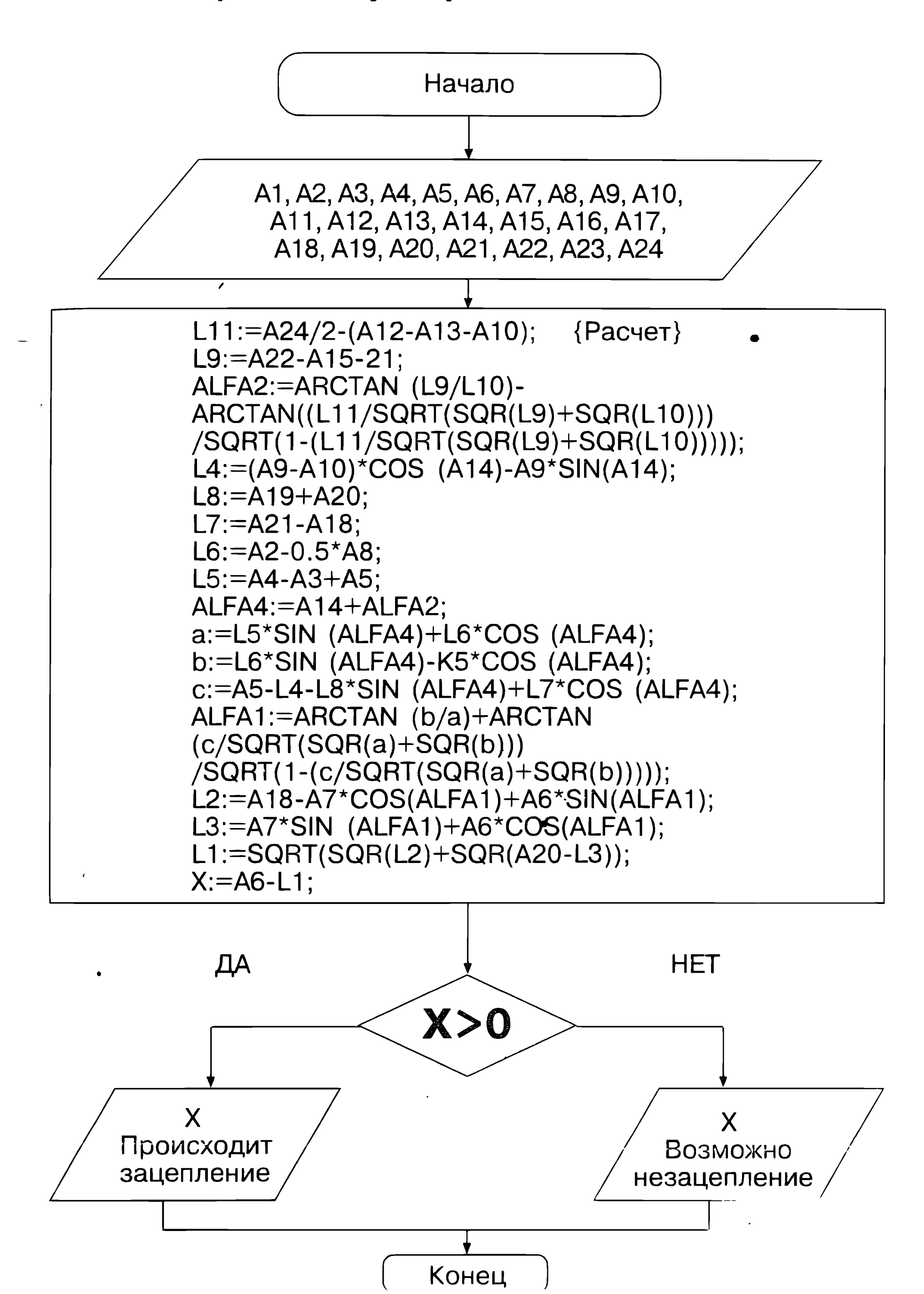
$$\alpha_2 = \operatorname{arctg}\frac{1_9}{1_{10}} + \arcsin\frac{1_{11}}{\sqrt{1_9^2 + 1_{10}^2}}$$

$1_9 = HM_{35} - HM_{22} - HM_{34}$
$1_{10} = HM_{24} - HM_{23} - HM_{36} - HM_{33}$

$$1_{11} = \frac{HP_1}{2} - (HA_9 - HA_{10} - HA_6)$$



Блок-схема программы расчета величины перекрытия рычага спуска рычагом шептала.



Программа расчёта неизвестной величины «X»

```
var A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9, A10: REAL;
    All, A12, A13, A14, A15, A16, A17, A18: REAL;
    A19, A20, A21, A22, A23, A24: REAL;
    Ll, L2, L3, L4, L5, L6, L7, L8, L9, L10, Lll: REAL;
    ALFA2, ALFA4, ALFA1: REAL;
    a, b, c: REAL;
    X: REAL;
BEGIN
    WRITE ('A1=');     {INTER DATAS}
    READLN (Al);
    WRITE ('A2=');
    READLN (A2);
    WRITE ('A3=');
    READLN (A3);
    WRITE ('A4=');
    READLN (A4);
    WRITE ('A5=');
    READLN (A5);
    WRITE ('A6=');
    READLN (A6);
    WRITE ('A7=');
    READLN (A7);
    WRITE ('A8=');
    READLN (A8);
    WRITE ('A9=');
    READLN (A9);
    WRITE ('A10=');
    READLN (AIO);
    WRITE ('A11=');
    READLN (A11);
    WRITE ('A12=');
    READLN (A12);
    WRITE ('A13=');
    READLN (A13);
    WRITE ('A14=');
    READLN (A14);
    WRITE ('A15=');
    READLN (A15);
    WRITE ('A16=');
    READLN (A16);
    WRITE ('A17=');
    READLN (A17);
    WRITE ('A18=');
    READLN (A18);
    WRITE ('A19=');
```

```
READLN (A19);
WRITE ('A20=');
READLN (A20);
WRITE ('A21=');
READLN (A21);
WRITE ('A22=');
READLN (A22);
WRITE ('A23=');
READLN (A23);
WRITE ('A24=');
READLN(A24);
LII:=A24/2-(A12-A13-A10);    {ACCOUNT OF DATAS}
L10:=A17+A16-A23-A20;
L9:=A22-A15-A21;
ALFA2:=ARCTAN (L9/L10)-ARCTAN((L11/SQRT(SQR(L9)+SQR(L10)))
/SQRT(1-(L11/SQRT(SQR(L9)+SQR(L10)))));
L4:=(A9-A10)*COS (A14)-A9*SIN(A14);
L8:=A19+A20;
L7:=A21-A18;
L6:=A2-0.5*A8;
L5:=A4-A3+A5;
ALFA4:=A14+ALFA2;
a:=L5*SIN (ALFA4)+L6*COS (ALFA4);
b:=L6*SIN (ALFA4)-L5*COS (ALFA4);
c:=A5-L4-L8*SIN (ALFA4)+L7*COS (ALFA4);
ALFAI:=ARCTAN (b/a)+ARCTAN ((c/SQRT(SQR(a)+SQR(b)))
/SQRT(I-(c/SQRT(SQR(a)+SQR(b)))));
L2:=A18-A7*COS(ALFA1)+A6*SIN(ALFA1);
L3:=A7*SIN (ALFA1)+A6*COS(ALFA1);
L1:=SQRT(SQR(L2)+SQR(A20-L3));
X:=A6-L1;    (ENDING OF ACCOUNT}
IF X>0 THEN WRITELN ('X=', X:6:2, 'OK!')
ELSE WRITELN ('X=', X:6:2, 'NOT GOOD'); {DATA OUTPUT ON
A SCREEN}
END.
```

Пример 2

1. Определение величины припиловки рычага шептала для обеспечения размера KG1 ≈ 0,5-1,0 мм в сб-4-«х»

2. Данные для расчета

Номер детали	Наименование	размеры, мм			
		усл. обоз.	по черт.	откл.	A(I)
СВ-1 Сб 4	Механизм спусковой	KG1	0,5 - 1		1
СВ-1 Сб 4-2	Рычаг шептала в сборе	KI7	15°	30'	2
		KI8	0,6+0,1	0,1	3
СВ-1 Сб4-3	Рычаг спуска в сборе	KJ1	36,9+0,1	0,1	4
		KJ2	7,5О5	- 0,2	5
		KJ3	8,4+0,1	0,1	6
		KJ4	R1,5		7
		KJ5	23,4+0,1	0,1	8
		KJ6	1,6+0,05	0,05	9
		KJ21	3В7	0,25	10
СВ-1 4-2	Спуск	HA1	16,7+0,1	0,1	11
		HA6	4+0,1	0,1	12
		HA7	5,8А5	0,16	13
		HA9	14,5О5	- 0,24	14
		HA10	10,3О5	- 0,24	15
		HA16	5		16
СВ-1 4-9	Втулка	HF1	6В7	-0,3	17
СВ-1 4-29	Стенка правая	HM22	5,2+0,1	0,1	18
		HM23	7,4+0,1	0,1	19
		HM24	29,4+0,1	0,1	20
		HM25	8+0,1	0,1	21
		HM26	4,6+0,1	0,1	22
		HM32	25,2+0,05	0,05	23
		HM33	19+0,1	0,1	24
		HM34	29,3+0,1	0,1	25
		HM35	38,4+0,1	0,1	26
		HM36	5,5+0,1	0,1	27
		HM31	25+0,05	0,05	28
СВ-1 4-24	Перемычка	HP1	6	0,08	29

Допуск по ГОСТ 7417-75

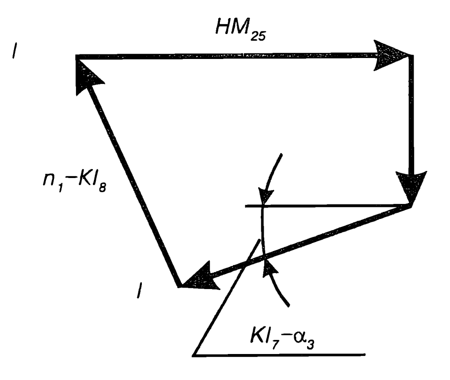
3. Размерный анализ для определения размера «X»

Условия для расчета

1) Винт из перемычки вывинчен.
2) Спуск малым пером лежит на перемычке.
3) Рычаг спуска снизу прижат к большому перу спуска.

Между рычагом спуска и рычагом шептала выдержан зазор KG_1.

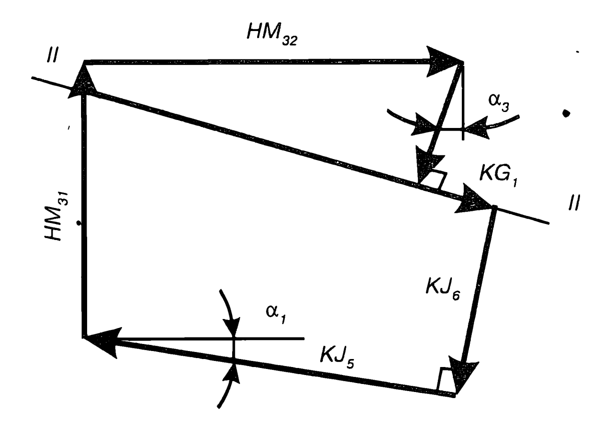
$$X = \frac{1}{2} \cdot HF_1 - n_1$$



ΣI - I = 0

$$n_1 - KI_8 - HM_{25} \sin(KI_7 - \alpha_3) - (HM_{22} - HM_{26})\cos(KI_7 - \alpha_3) = 0$$

$$n_1 = KI_8 - HM_{25} \sin(KI_7 - \alpha_3) - (HM_{22} - HM_{26})\cos(KI_7 - \alpha_3)$$

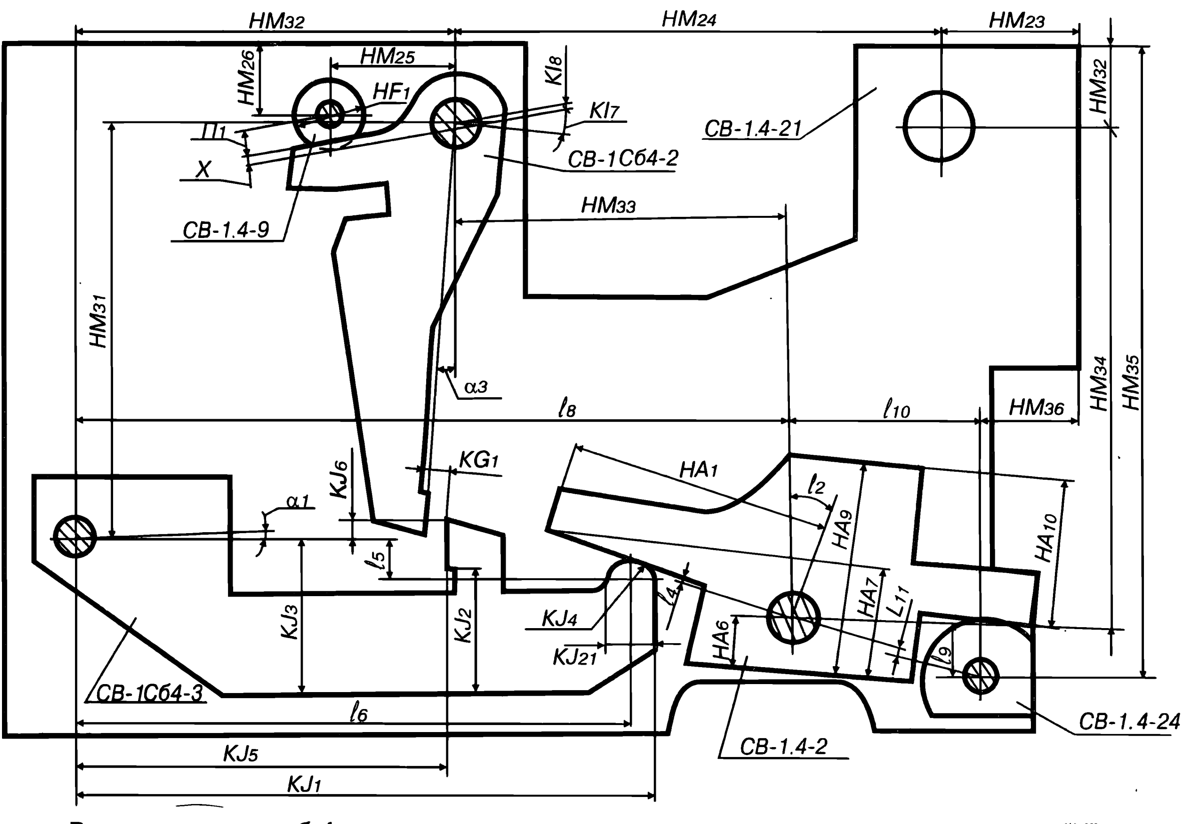


ΣII - II = 0

$$KG_1 + KJ_6\sin(\alpha_3 - \alpha_1) - KJ_5\cos(\alpha_3 - \alpha_1) - HM_{31}\sin\alpha_3 + HM_{32}\cos\alpha_3 = 0$$

$$KG_1 + KJ_6\sin\alpha_3\cos\alpha_1 - KJ_6\sin\alpha_1\cos\alpha_3 - KJ_5\cos\alpha_3\cos\alpha_1 -$$

$$- KJ_5 \sin\alpha_3\sin\alpha_1 - - HM_{31}\sin\alpha_3 + HM_{32}\cos\alpha_3 = 0$$



Расчетная схема сб.4 ударно-спускового механизма для определения размера “X”.

$- KG_1 - KJ_6 \sin\alpha_3 \cos\alpha_1 + KJ_6 \sin\alpha_1 \cos\alpha_3 + KJ_5 \cos\alpha_3 \cos\alpha_1 +$
$+ KJ_5 \sin\alpha_3 \sin\alpha_1 + HM_{31} \sin\alpha_3 - HM_{32} \cos\alpha_3 = 0$

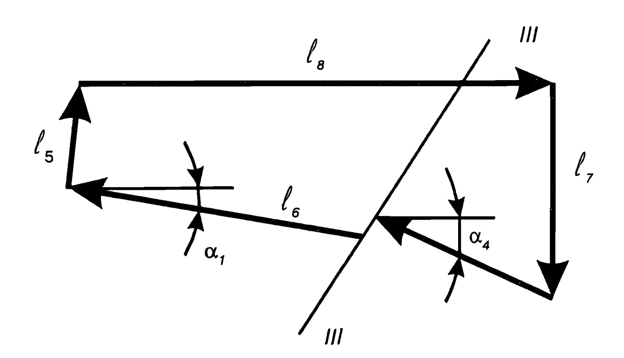
$(HM_{31} + KJ_5 \sin\alpha_1 - KJ_6 \cos\alpha_1) \sin\alpha_3 - (HM_{32} - KJ_5 \cos\alpha_1 - KJ_6 \sin\alpha_1)$
$\cos\alpha_3 - KG_1 = 0$

Обозначим:

$a_3 = HM_{31} + KJ_5 \sin\alpha_1 - KJ_6 \cos\alpha_1$
$b_3 = HM_{32} - KJ_5 \cos\alpha_1 - KJ_6 \sin\alpha_1$
$c_3 = KG_1$

$a_3 \sin\alpha_3 - b_3 \cos\alpha_3 - c_3 = 0$

$$\alpha_3 = \arcsin \frac{c_3}{\sqrt{a_3^2 + b_3^2}} + arctg \frac{b_3}{a_3}$$



$\Sigma III - III = 0$

$KJ_4 - \ell_4 + \ell_6 \sin(\alpha_4 - \alpha_1) - \ell_5 \cos(\alpha_4 - \alpha_1) - \ell_8 \sin\alpha_4 + \ell_7 \cos\alpha_1 = 0$

$KJ_4 - \ell_4 + \ell_6 \sin\alpha_4 \cos\alpha_1 - \ell_6 \sin\alpha_1 \cos\alpha_4 - \ell_5 \cos\alpha_4 \cos\alpha_1 -$
$- \ell_5 \sin\alpha_4 \sin\alpha_1 - \ell_8 \sin\alpha_4 + \ell_7 \cos\alpha_4 = 0$

$- (\ell_5 \sin\alpha_4 + \cos\alpha_4) \sin\alpha_1 + (\ell_6 \sin\alpha_4 - \ell_5 \cos\alpha_4) \cos\alpha_1 + (KJ_4 -$
$- \ell_4 + \ell_8 \sin\alpha_4 + \ell_7 \cos\alpha_4) = 0$

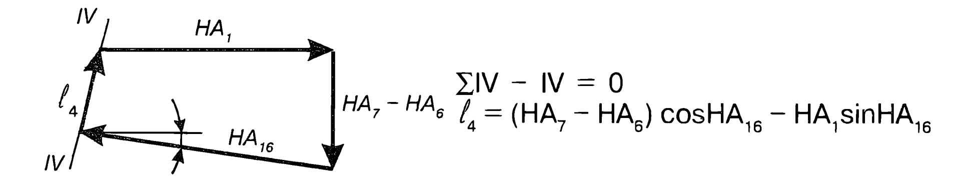
Обозначим

$a_1 = \ell_5 \sin\alpha_4 + \ell_6 \cos\alpha_4$
$b_1 = \ell_6 \sin\alpha_4 - \ell_5 \cos\alpha_4$
$c_1 = KJ_4 - \ell_4 + \ell_8 \sin\alpha_4 + \ell_7 \cos\alpha_4$

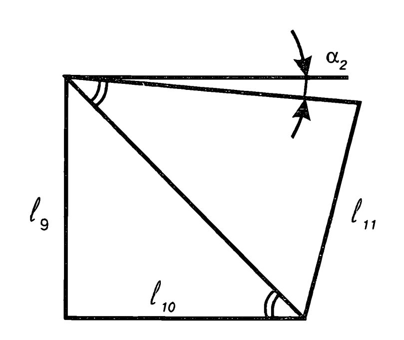
$- a_1 \sin\alpha_1 + b_1 \cos\alpha_1 + c_1 = 0$
$a_1 \sin\alpha_1 - b_1 \cos\alpha_1 - c_1 = 0$

$$\alpha_1 = arctg\,\frac{b_1}{a_1} + \arcsin\frac{c_1}{\sqrt{a_1^2 + b_1^2}}$$

$$\ell_5 = KJ_3 - KJ_2 + KJ_4$$
$$\ell_6 = KJ_1 - 0{,}5KJ_{21}$$
$$\ell_7 = HM_{34} - HM_{31}$$
$$\ell_8 = HM_{32} + HM_{33}$$



$$\Sigma IV - IV = 0$$
$$\ell_4 = (HA_7 - HA_6)\cos HA_{16} - HA_1 \sin HA_{16}$$



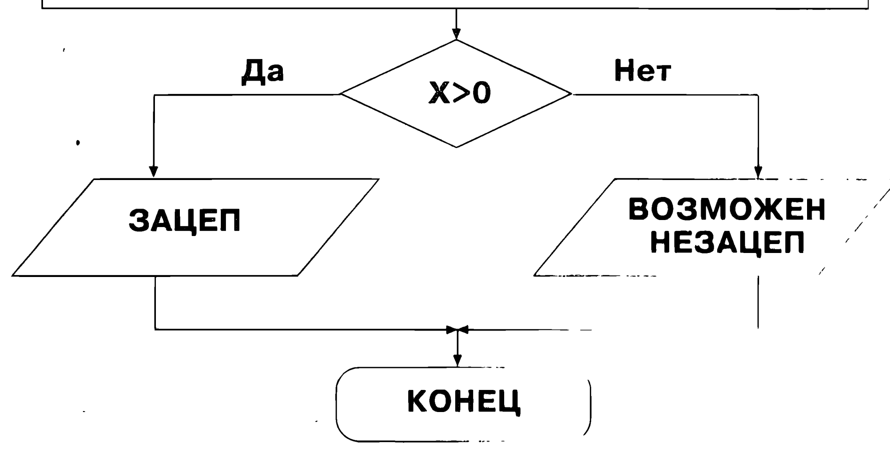
$$\alpha_2 = arctg\,\frac{\ell_9}{\ell_{10}} - \arcsin\frac{\ell_{11}}{\sqrt{\ell_9^2 + \ell_{10}^2}}$$

$$\ell_9 = HM_{35} - HM_{22} - HM_{34}$$
$$\ell_{10} = HM_{24} + HM_{23} - HM_{36} - HM_{33}$$
$$\ell_{11} = HP_1/2 - HA_9 + HA_{10} + HA_6$$
$$\alpha_4 = HA_{16} + \alpha_2$$

НАЧАЛО

A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9, A10
A1, A12, A13, A14, A15, A16, A17, A18,
A19, A20, A21, A22, A23, A24, A25, A26, A27, A28, A29

```
L11:=A29/2-A14+A15+A12
L10:=A20+A19-A26-A24;
L9:=A26-A18-A25;
ALFA2=ARCTAN(L9/L10)-ARCSIN((L11/SQRT(SQR(L9)+SQR(L10)));
L4:=(A13-A12)*COS(A16)-A11*SIN(A16);
ALFA4:sA16+ALFA2;
L8r=A23+A24;
L7:=A25-A28;
L6:=A4-0,5*A10;
L5:=A6-A5-A7;
a1:=L5*SIN(ALFA4)+L6*COS(ALFA4);
b1:=L6*SIN(ALFA4)-L5*COS(ALFA4);
c1:=A7-L4-L8*SIN (ALFA4)+L7*COS(ALFA4);
ALFA1:=ARCTAN(b1/a1)+ARCSIN( (c1/SQRT (SQR (a1)-SQR(b1)));
a3:=A28+A8*SIN (ALFA1)-A9*COS (ALFA1);
b3:=A23-A8*COS (ALFA1)-A9*SIN (ALFA1);
c3:=A1;
ALFA3:'ARCSIN(a3/SQRT(SQR(a3)+SQR(b3)))+ARCTAN(b3/c3);
n1:=A3+A21*SIN{A2-ALi^3)+(A18-A22)*COS{A2-ALFA3);
X:=0,5*A17-n1;
```



Блок-схема расчета размера «Х»

Программа расчета размера «X»

```
var A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9, A10: REAL;
   A11, A12, A13, A14, A15, A16, A17, A18: REAL;
   A19, A20, A21, A22,  A23, A24, A25, A26, A27, A28, A29: REAL;
   L4, L5, L6, L7, L8, L9, L10, L11: REAL;
   ALFA4, ALFA2, ALFA1, ALFA3: REAL;
   al, bl, cl, a3, b3, c1: REAL;
   X: REAL;
BEGIN
   WRITE ('1')=;                 {Ввод данных для расчета}
   READLN (A1);
   WRITE ('A2=') ;
   READLN (A2) ;
   WRITE ('A3=');
   READLN (A3) ;
   WRITE ('A4=');
   READLN (A4);
   WRITE ('A5= ');
   READLN (A5);
   WRITE ('A6=');
   READLN (A6);
   WRITE ('A7=') ;
   READLN (A7);
   WRITE ('A8=');
   READLN (A8);
   WRITE ('A9=');
   READLN (A9);
   WRITE ('A10=');
   READLN (A10);
   WRITE ('A11=');
   READLN (A11) ;
   WRITE ('A12=');
   READLN (A12);
   WRITE ('A13=');
   READLN (A13)
   WRITE ('A14=');
   READLN (A14);
   WRITE ('AI5=');
   READLN (A15);
   WRITE ('A15=');
   READLN (A16);
   WRITE ('A17=1);
   READLN (A17);
   WRITE ('A18=');
   READLN (A18);
```

```
WRITE ('A19=');
READLN (A19);
WRITE ('A20=');
READLN (A20);
WRITE ('A2l=');
READLN (A21);
WRITE ('A22=');
READLN (A22);
WRITE ('A23=');
READLN (A23);
WRITE ('A24=');
READLN (A24);
WRITE ('A25=');
READLN (A25);
WRITE ('A26=');
READLN (A26);
WRITE ('A27=');
READLN (A27);
WRITE ('A28=');
READLN (A28);
WRITE ('A29=');
READLN (A29);
L11:=A29/2-A14+A15+A12;          {Расчет}
L10:=A20+A19-A26-A24;
L9:=A26-A18-A25;
ALFA4: =A16+ALFA2 ;
L8 =A23+A24;
L7 =A25-A28;
L6 =A4-0.5*A10;
L5 =A6-A5+A7;
a1 =L5*SIN{ALFA4)+L6*COS(ALFA4);
bl =L6*SIN(ALFA4)-L5*COS(ALFA4);
cl =A7-L4-L8*SIN (ALFA4 ) +L7*COS (ALFA4 ) ;
ALFAl:=ARCTAN(bl/al)+ARCSIN (cl/SQRT (SQR (a1) 4-SQR (b1)));
a3 =A28+A8*SIN(ALFA1)-A9*COS(ALFA1);
b3 =A23-A8*COS(ALFA1)-A9*SIN(ALFA1);
c3 =A1;
ALFA3=ARCSIN(a3/SORT(SQR(a3)+SQR(b3))) +ARCTAN (b3/c3);
n1 =A3+A21*SIN(A2-ALFA3)+(A18-A22) *COS (A2-ALFA3) ;
X:=0,5*Al7-nl;
WRITE('X=', X);          {Вывод значения X на экран монитора}
IF X> 0 THEN WRITELN (ZACEP) ELSE WRITELN (NE ZACEB) ; END.
```

Пример № 3

1. Определение зазора между скобой предохранительной и хвостовиком крючка спускового - «X».

2. Данные для расчета.

№ дет.	Наименование	Размеры			
		условные обозначения	по чертежу	отклонения	A_c
1-2	Коробка ствольная	K_1	12,7±0,1	±0,1	1
		K_2	$30C_4$	−0,14	2
		K_3	2,5±0,05	±0,05	3
		K_4	35,5±0,1	±0,1	
		K_5	67±0,1	±0,1	
		K_6	118±0,1	±0,1	
3-1	Ложа	$Л_1$	30±0,26	±0,26	4
		$Л_2$	67±0,23	±0,23	
		$Л_3$	56,8±0,23	±0,23	
3-2	Скоба предохранительная	C_1	$40B_7$	−0,62	5
		C_2	$3\ B_7$	−0,25	6
4-2	Спуск	A_1	4±0,1	±0,1	7
		A_2	1,2±0,1	±0,1	8
		A_3	16,7±0,1	±0,1	9
		A_4	+0,43	±0,1	10
4-4 СВ-1	Крючок спусковой	$Б_1$	$37B_7$	−0,62	11
		$Б_2$	22±0,2	±0,2	12
		$Б_3$	13±0,2	±0,2	13
		$Б_4$	R18		14
		$Б_5$	R1		15
4-28 СВ-1	Стенка левая	B_1	54±0,1	±0,1	
		B_2	29,4±0,1	±0,1	
		B_3	19±0,1	±0,1	
		B_4	3±0,1	±0,1	16
		B_5	5,2±0,1	±0,1	17
		B_6	29,3±0,1	±0,1	18

3. Расчет

Определение зазора между скобой и хвостом крючка спускового - х.

Условия расчета:

3.1.1. Крючок сдвинут вверх до упора в плоскость спуска и влево (по эскизу) до плоскости N.

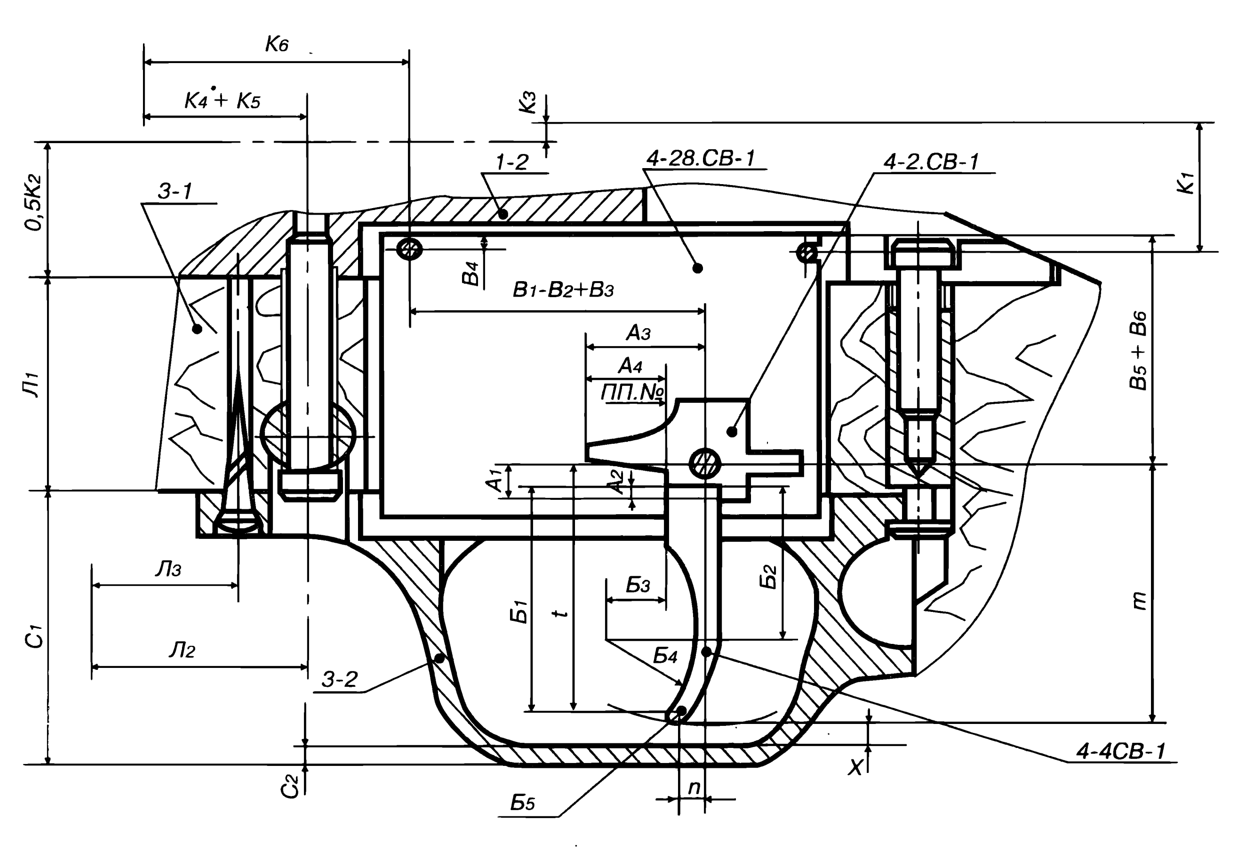


Схема к определению зазора между скобой и хвостом спускового крючка

Без учета поворота крючка:

$$x = C_1 - C_2 + Л_1 + 0{,}5K_2 + K_3 - K_1 + B_4 - B_5 - B_6 - A_1 + A_2 - Б_2 - \sqrt{Б_4^2 - Б_3^2} - Б_5$$

$$x = 40_{-0,62} - 3_{-0,25} + (30\pm0{,}26) + 0{,}5 \cdot 30_{-0,14} + (2{,}5\pm0{,}05) - (12{,}7\pm0{,}1) + (3\pm0{,}1) - (5{,}2\pm0{,}1) - (29{,}3\pm0{,}1) - (4\pm0{,}1) + 1{,}2^{\pm0,1} - (22\pm0{,}2) - \sqrt{18^2 - (13\pm0{,}2)^2} - 1 = 1{,}52...2{,}17 мм$$

С учетом поворота крючка

$$x = C_1 - C_2 + Л_1 + 0{,}5K_2 + K_3 - K_1 + B_4 - B_5 - B_6 - m;$$
$$m = \sqrt{t^2 + n^2} + Б_5;$$
$$t = Б_1 - Б_5 - A_2 + A_1;$$
$$\begin{cases} y = -t \\ [Z + (A_3 - A_4 + Б_3)]^2 + [y + (Б_2 - A_2 + A_1)]^2 = (Б_4 + Б_5)^2 \end{cases}$$

$$a = A_3 - A_4 + Б_3$$
$$в = Б_2 - A_2 + A_3$$
$$c = Б_4 + Б_5$$

$$\begin{cases} y = -t \\ (Z + a)^2 + (y + в)^2 - c^2 = 0 \end{cases}$$

$$Z^2 + 2aZ + a^2 + в^2 + t^2 - 2вt - c^2 = 0$$
$$\ell = a^2 + в^2 + t^2 - 2вt - c^2$$
$$Z^2 + 2aZ \cdot \ell = 0$$
$$Z = -a + \sqrt{a^2 - \ell}$$
$$n = -Z$$

```
Uses crt;
Var X1, X2, X3, Xmin, Xmax, C1, C2, Л1, K1, K2, K3, B4, B5, B6, Б1, Б2, Б3, Б4,
Б5, A1, A2, A3, A4 : real;
y1, y2, y3, x, min C1, min C2, min Л1, min K1, min K2, min K3, min Б4,
min Б5, min B6, min B4, min B5, min Б1, min Б2, min Б3, min A1, min A2,
min A3, min A4: real;
Z1, Z2, Z3, max C1, max C2, max Л1, max K1, max K2, max K3, max B4,
max B5, max B6, max Б1, max Б2, max Б3, max Б4, max Б5, max A1,
max A2, max A3, max A4: real;
Begin;
```

```
Clrscr;
Writeln ("Формула : X = C1 - C2 + Л1 + 0,5K2 + K3 + K1 + B4 -
B5 -B6 - Б5 - ');
 Writeln (' - Sqrt [Sqr (Б1 - Б5 - A2 + A1) + Sqr(A3 - A4 + Б3 -
Sqrt( - Sqr (Б2 - A2 + A1) - ');
Writeln (' - Sqr(Б1 - Б5 - A2 + A1) + 2(Б2 - A2 + A3)*(Б1 - B5 - A2
+ A1)+Sqr(Б4 + Б5)))]');
Writeln ('C1 = '); read (C1); write ('min C1 ='); read (min C1); write
('max C1 ='); readln (max C1);
Write ('C2 ='); read (C2); write ('min C2 ='); read (min C2); write
('maxC2='); readln (max C2);
Write ('Л1 ='); read (Л1); write ('min Л1 ='); read (min Л1); write
('maxЛ1='); readln (max Л1);
Write ('K1 ='); read (K1); write ('min K1 ='); read (min K1); write
('maxK1='); readln (max K1);
Write ('K2 ='); read (K2); write ('min K2 ='); read (min K2); write
('maxK2='); readln (max K2);
Write ('K3 ='); read (K3); write ('min K3 ='); read (min K3); write
('maxK3='); readln (max K3);
Write ('B4 ='); read (B4); write ('min B4 ='); read (min B4); write
('maxB4='); readln (max B4);
Write ('B5 ='); read (B5); write ('min B5 ='); read (min B5); write
('maxB5='); readln (max B5);
Write ('B6 ='); read (B6); write ('min B6 ='); read (min B6); write
('maxB6='); readln (max B6);
Write ('Б1 ='); read (Б1); write ('min Б1 ='); read (min Б1); write
('maxБ1='); readln (max Б1);
Write ('Б2 ='); read (Б2); write ('min Б2 ='); read (min Б2); write
('maxБ2='); readln (max Б2);
Write ('Б3 ='); read (Б3); write ('min Б3 ='); read (min Б3); write
('maxБ3='); readln (max Б3);
Write ('Б4 ='); read (Б4); write ('min Б4 ='); read (min Б4); write
('maxБ4='); readln (max Б4);
Write ('Б5 ='); read (Б5); write ('min Б5 ='); read (min Б5); write
('maxБ5='); readln (max Б5);
Write ('A1 ='); read (A1); write ('min A1 ='); read (min A1); write
('maxA1='); readln (max A1);
Write ('A2 ='); read (A2); write ('min A2 ='); read (min A2); write
('maxA2='); readln (max A2);
Write ('A3 ='); read (A3); write ('min A3 ='); read (min A3); write
('maxA3='); readln (max A3);
Write ('A4 ='); read (A4); write ('min A4 ='); read (min A4); write
('maxA4='); readln (max A4);
Z1: = 2*(Б2 − A2 + A1)*(Б1 − Б5 − A2 + A1) + Sqr (Б4 + Б5);
Z2: = − Sqr (Б2 − A2 + A1) − Sqr (Б1 − Б5 − A2 + A1) + Z1;
Z3: = Sqr (Б1 − Б5 − A2 + A1) + Sqr (A3 − A4 + Б3 − Sqrt (Z2));
```

```
X: = C1 – C2 + Л1 + 0,5K2 + K3 – K1 + B4 – B5 – B6 – Б5 – Sqrt (Z3);
Writeln ('X =',X : 4);
X1 : = 2*(Б2 + min Б2 – (A2 + min A2) + A1 + min A1) + Sqr (Б4 +
+ min Б4 + Б5 + min Б5);
X2 : = – Sqe (Б2 + min Б2 – (A2 + min A2) + A1 + min A1 – Sqr (Б1
+ min Б1 – (Б5 + min Б5) – (A2 + min A2) + A1 + min A1) + X1);
X3 : = Sqr (Б1 + min Б1 – (Б5 + min Б5) – (A2 + min A2) + A1 +
min A1) + Sqr (A3 + min A3 – (A4 – min A4) + Б3 + min Б3 – Sqrt (X2));
Xmin : = C1 + min C1 – (C2 + min C2) + Л1 + min Л1 + 0,5(K2 +
+ min K2) + K3 + min K3 – (K1 + min K1) + B4 + min B4 – (B5 +
+ min B5) – (B6 + min B6) – (Б5 + min Б5) – Sqrt (X3);
Writeln ("Xmin =",Xmin : 4);
y1: = 2*(Б2 + max Б2 – (A2 + max A2) + A1 + max A1) + Sqr (Б4 +
+ max Б4 + Б5 + max Б5);
y2 : = – Sqe (Б2 + max Б2 – (A2 + max A2) + A1 + max A1 – Sqr (Б1 +
+ max Б1 – (Б5 + max Б5) – (A2 + max A2) + A1 + max A1) + y1);
y3 : = Sqr (Б1 + max Б1 – (Б5 + max Б5) – (A2 + max A2) + A1 +
+ max A1) + Sqr (A3 + max A3 - (A4 - max A4) + Б3 + max Б3 –
– Sqrt (y-2));
Xmax : = C1 + max C1 – (C2 + max C2) + Л1 + max Л1 + 0,5(K2 +
+ max K2) + K3 + max K3 – (K1 + max K1) + B4 + max B4 – (B5 +
+ max B5) – (B6 + max B6) – (Б5 + max Б5) – Sqrt (y3);
Writeln ("Xmax =", Xmax : 4);
Readln; end.
```

БЛОК - СХЕМА

1


2 Вывод формулы: X: = C1 – C2 + Л1 + 0,5K2 + K3 – K1 + B4 – B5 – B6 – Б5 – Sqrt [Sqr (Б1 – Б5 – A2 + A1) + Sqr (A3 – A4 + Б3 –Sqrt (-Sqr (Б2 – A2 + A1) – Sqr (Б1 – Б5 – A2 + A1) + 2*(Б2 – A2 + A1)*(Б1 – Б5 – A2 + A1) + Sqr (Б4 + Б5)))]

3 Ввод переменных: C1, C2, Л1, K1, K2, K3, B4, B5, B6, Б1, Б2, Б3, Б4, Б5, A1, A2, A3, A4, C1 min, C2 min, Л1 min, K1 min, K2 min, K3 min, B4 min, B5 min, B6 min, Б1 min, Б2 min, Б3 min, Б4 min, Б5 min, A1 min, A2 min, A3 min, A4 min, C1 max, C2 max, Л1 max, K1 max, K2 max, K3 max, B4 max, B5 max, B6 max, Б1 max, Б2 max, Б3 max, Б4 max, Б5 max, A1 max, A2 max, A3 max, A4 max.

4

$$X = C1 - C2 + Л1 + 0{,}5K2 + K3 + K1 - B4 - B5 - B6 + Б6 - \sqrt{(Б1 - Б5 - A2 + A1)^2 + \left[(A3 + A4 - Б3) - \sqrt{\begin{aligned}&-(Б2 - A2 + A1)^2 - (Б1 - Б5 - A2 + A1)^2 + \\ &+ 2(Б2 + A2 + A3)*(Б1 - B5 - A2 + A1) + \\ &+ (Б4 + Б5)^2\end{aligned}}\right]^2}$$

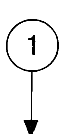
5 Вывод X

6

$$\begin{aligned}X_{min} = {}&(И + И_{min}) - (C2 + C2_{min}) + (Л1 + Л_{min}) + 0{,}5\ (K2 + K2_{min}) + (K3 + K3_{min}) + \\ &+ (K1 + K1_{min}) - (B4 + B4_{min}) - (B5 + B5_{min}) - (B6 + B6_{min}) - Б5 + Б5_{min}) - \\ &- \sqrt{\begin{aligned}&((Б1 + Б1_{min}) - (Б5 + Б5_{min}) - (A2 + A2_{min}) + (A1 + A1_{min}))^2 + [((A3 + A3_{min}) + \\ &+ (A4 + A4_{min}) - (Б3 + Б3_{min}) - \\ &\sqrt{\begin{aligned}&-(Б2 + Б2_{min}) - (A2 + A2_{min}) + (A1 + A1_{min}))^2 - ((Б1 + Б1_{min}) - (Б5 + Б5_{min}) - \\ &(A2 + A2_{min}) + (A1 + A1_{min}))^2 + 2((Б2 + Б2_{min}) + (A2 + A2_{min}) + (A3 + A3_{min})) - \\ &- ((Б1 + Б1_{min}) - (B5 + B5_{min}) - (A2 + A2_{min}) + (A1 + A1_{min})) + ((Б4 + Б4_{min}) + \\ &+ (Б5 + Б5_{min})^2\end{aligned}}\ ]^2\end{aligned}}\end{aligned}$$

7 Вывод X_{min}

(1)



8

$$X_{max} = (И + И_{max}) - (C2 + C2_{max}) + (Л1 + Л_{max}) + 0{,}5\ (K2 + K2_{max}) + (K3 + K3_{max}) + (K1 + K1_{max}) - (B4 + B4_{max}) - (B5 + B5_{max}) - (B6 + B6_{max}) - (Б5 + Б5_{max}) - \sqrt{((Б1 + Б1_{max}) - (Б5 + Б5_{max}) - (A2 + A2_{max}) + (A1 + A1_{max}))^2 + [((A3 + A3_{max}) + (A4 + A4_{max}) - (Б3 + Б3_{max}) - \sqrt{-(Б2 + Б2_{max}) - (A2 + A2_{max}) + (A1 + A1_{max}))^2 - ((Б1 + Б1_{min}) - (Б5 + Б5_{max}) - (A2 + A2_{max}) + (A1 + A1_{max}))^2 + 2((Б2 + Б2_{max}) + (A2 + A2_{max}) + (A3 + A3_{max})) -]^2 - ((Б1 + Б1_{max}) - (B5 + B5_{max}) - (A2 + A2_{max}) + (A1 + A1_{max})) + ((Б4 + Б4_{max}) + (Б5 + Б5_{max})^2}}$$

9 Вывод X_{max}

10 КОНЕЦ

4. Заключение

В результате расчета получили зазор между скобой и хвостом крючка спускового:

без учета поворота крючка: x = 1,52 ... 2,17 мм,

с учетом поворота крючка: x = 1,73 ... 5,17 мм.

Пример № 4

1. Определение величины натяга между спуском и винтом - «Х»

2. Данные для расчета

Номер детали	Наименование	Размеры			
		Усл.обозначение	По чертежу	Откл.	A[i]
СВ-1 4-2	Спуск	HA_1	16,7±0,1	±0,1	1
		HA_5	$21{,}5B_7$	-0,52	2
		HA_6	4±0,1	±0,1	3
		HA_9	$14{,}5C_5$	- 0,24	4
		HA_{10}	$10{,}3C_5$	-0,24	5
СВ - 1 4 - 1	Винт регулировочный	HI	$8{,}2C_5$	-0,2	6
СВ - 1 4 - 29	Стенка правая	HM_{22}	5,2±0,1	±0,1	7
		HM_{23}	7,4±0,1	±0,1	8
		HM_{24}	29,4±0,1	±0,1	9
		HM_{33}	19±0,1	±0,1	10
		HM_{34}	29,3±0,1	±0,1	11
		HM_{35}	38,4±0,1	±0,1	12
		HM_{36}	5,5±0,1	±0,1	13
		HM_{37}	3±0,1	±0,1	14
СВ - 1 4 - 23	Вкладыш задний	HO_2	8±0,05	±0,05	16
СВ - 1 4 - 24	Перемычка	HP_1	6	-0,08	15

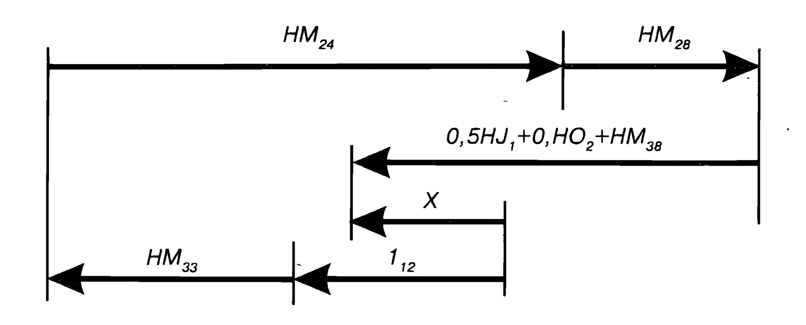
3. Расчет

3.1. Определение натяга между винтом регулировочным и спуском - Х.

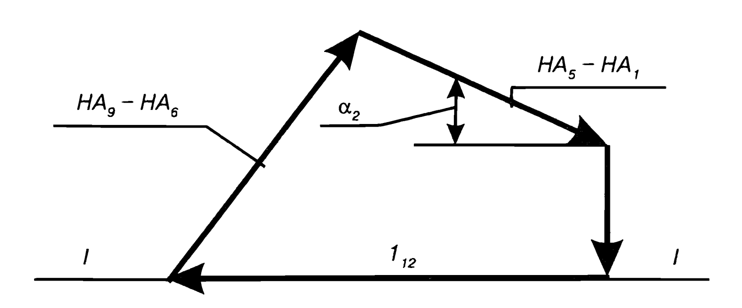
Условия расчета:

1) перемычка, спуск и вкладыш задней соосны с отверстиями в коробке

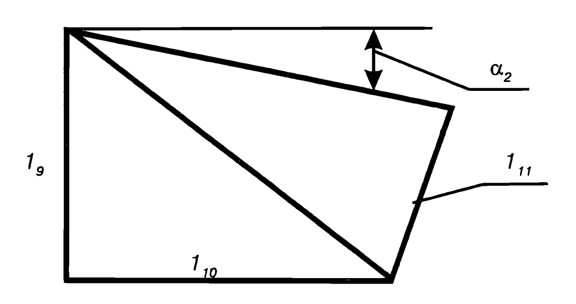
2) винт из перемычки вывинчен, спуск своим малым пером лежит на перемычке



$X = 1_{12} + HM_{24} - HM_{23} + HM_{38} + 0{,}5HO_2 + 0{,}5HI_1$



$\Sigma I - I = 0$ $\quad I_{12} = (HA_9 - HA_6)\sin\alpha_2 + (HA_5 - HA_1)\cos\alpha_2$



$$\alpha_2 = arctg\,\frac{\ell_9}{\ell_{10}} - \arcsin\frac{\ell_{11}}{\sqrt{\ell_9^2 + \ell_{10}^2}}$$

$1_9 = HM_{35} - HM_{22} - HM_{34}$
$1_{10} = HM_{24} + HM_{23} - HM_{36} - HM_{33}$
$1_{11} = 0{,}5HP_1 - HA_9 - HA_6 + HA_{10}$

4) Заключение: натяг между спуском и винтом регулировочным при вывернутом винте:

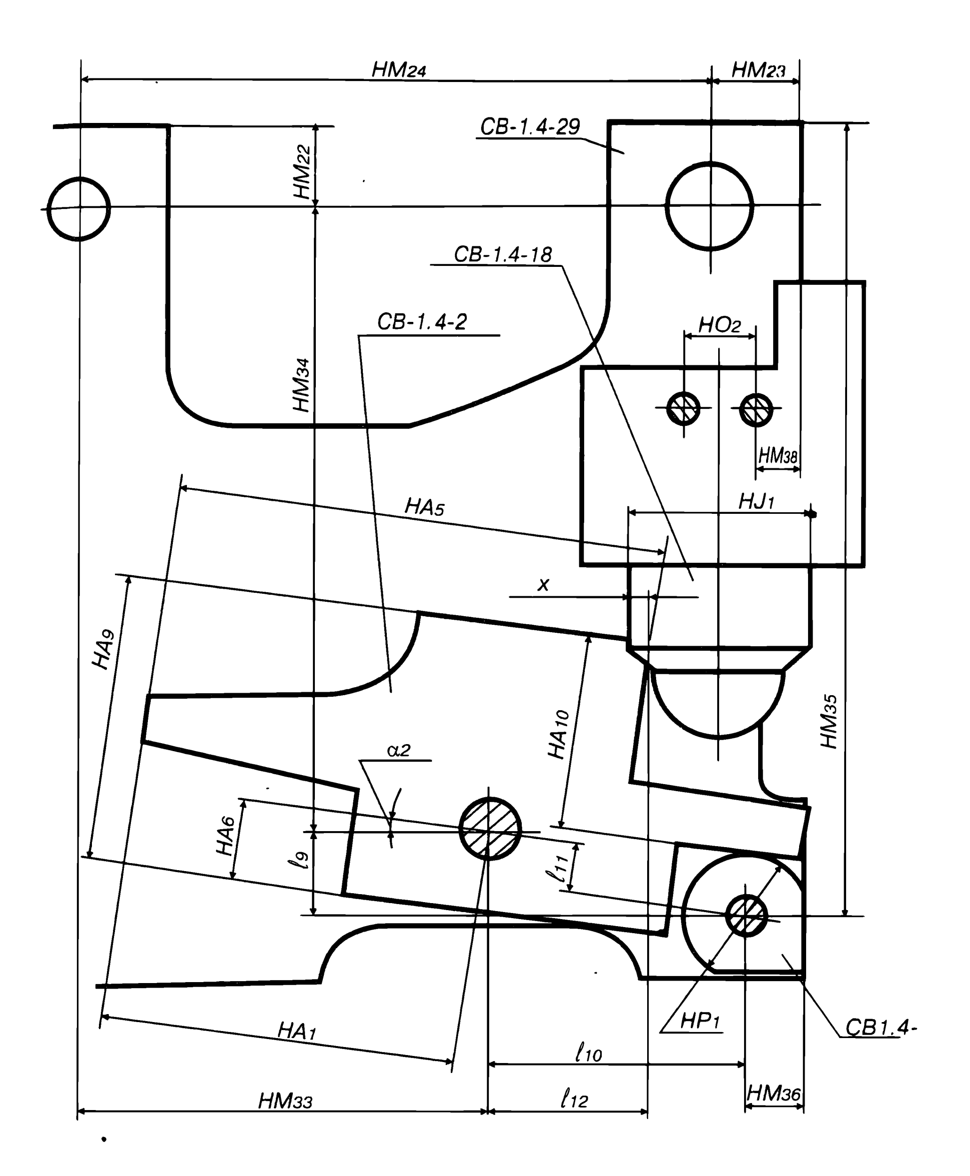
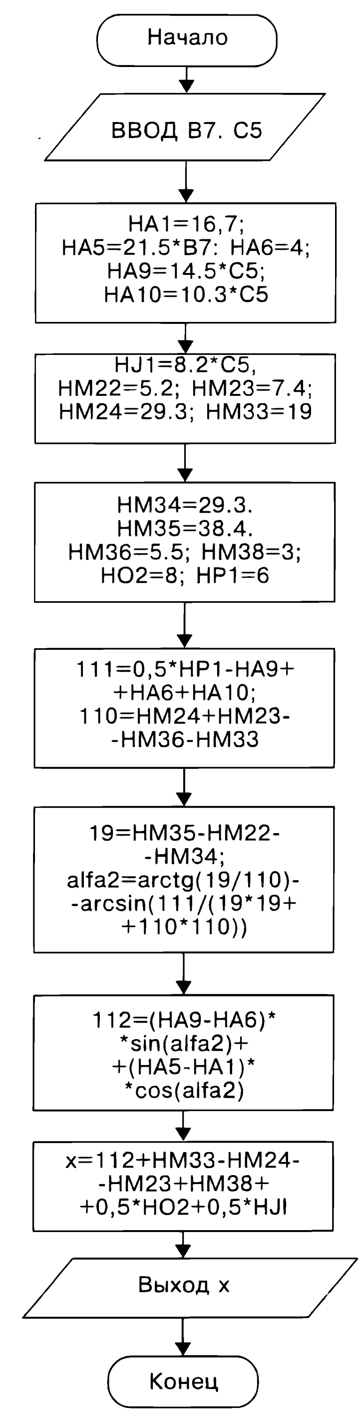


Схема к определению величины натяга между спуском и винтом — "X".



Блок-схема расчета размера «Х»

X = (– 2,68) – 0,11 мм, т.е. всегда зазор, натяг 0,11 мм – маловероятен.

```
#include <iostream.h>
#include <math.h>

#include <conio.h>

long double B7,C5,
   x, 112, HM33, HM24 , HM23, HM38, H02, HJ1 ,
   HA9,HA6,alfa2,HA5,HA1,19,110, 111,
   HM35,HM22,HM34,HM36,HP1,HA10;

void main (void)
{
clrscr(  );  cout . precision(18);
cout<<«Введите значение B7:»; cin>>B7;
cout<<endl<<«Введите значение C5:»; cin>>C5;

HA1=16.7; HA5=21.5*B7; HA6=4 ; HA9=14.5^C5; HA10=10. 3*C5;
HJ1=8.2*C5; HM22=5.2;  HM23=7.4; HM24=29.3;  HM33=19;
HM34=29.3;  HM35=38.4; HM36=5.5; HM38=3;  H02=8; HP1=6;

111=0.5*HP1-HA9+HA6+HA10;

110=HM24-f-HM23-HM36-HM33;

19=HM35-HM22-HM34;

alfa2=atanl (19/1 10) - asinl ( 111/ (19*19 + 110*110) );

112=(HA9-HA6) *sinl (alfa2) + (HA5-HA1) *cosl (alfa2);

cout<<endl<<«x=»<<x; }
```

Пример 5

1. Определение натяга между ударником и защелкой шептала — «Х»

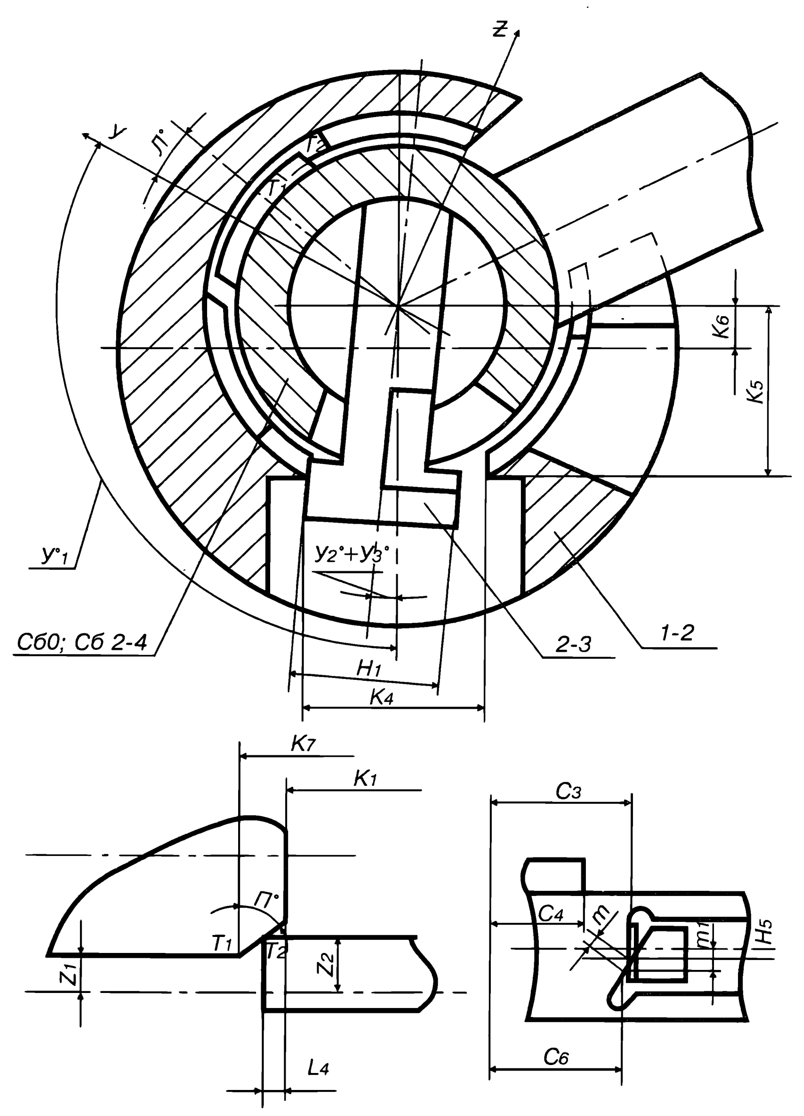
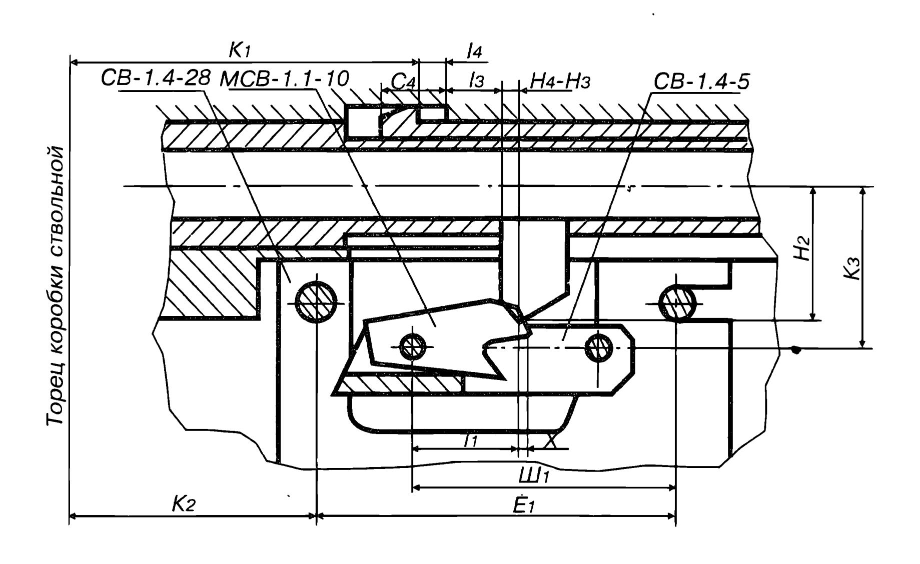
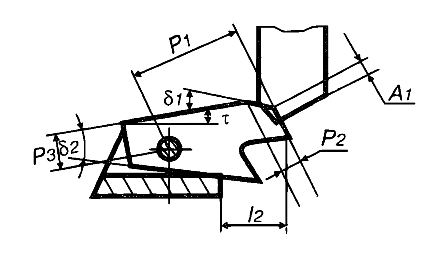


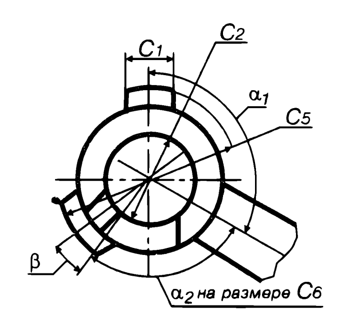
Схема к расчету натяга между ударником и защелкой шептала.



Торец коробки ствольной
K1
l4
СВ-1.4-28
МСВ-1.1-10
C4
l3
H4-H3
СВ-1.4-5
H2
K3
l1
X
Ш1
K2
E1



P1
A1
δ1
τ
P2
P3
δ2
l2



C2
C1
α1
C5
β
α2 на размере C6

Требуется определить.

1.1. Натяг между ударником и защелкой шептала при закрывании затвора - «X».

2. Данные для расчета.

№ дет.	Наименование	Размеры			
		Усл. обозн.	По чертежу	Откл.	
Сб.0	Винтовка спортивная произвольная модели «Урал - 5 - 1 «	A_1	0,6...1		1
Сб. 2-4	Затвор с рукояткой в сборе	C_1	$8X_5$	- 0,1 -0,3	2
		C_2	$16B_7$	- 0,43	3
		C_3	$14,1_{-0,1}$	- 0,1	4
		C_4	$11C_3$	-0,035	5
		T	49	—	
		α_1	120° ± 10′	± 10′	6
		α_2	106°50′	—	7
		C_5	$20C_5$	- 0,28	8
		C_6	13,55 ± 0,1	± 0,1	9
		C_8	1 ± 0,1	± 0,1	
		C_9	12°40′	—	
1 - 2	Коробка ствольная	K_{13}	R13	—	
		K_1	$160,5^{+0,12}$	+ 0,12	10
		K_2	118 ± 0,1	± 0,1	11
		K_3	12,7 ± 0,1	± 0,1	12
		K_4	$8^{+0,2}$	+ 0,2	13
		K_5	9,4 ± 0,1	± 0,1	14
		K_6	2,5 ± 0,005	± 0,05	15
		T	49	—	16
		ψ_1	120° ± 10′	± 10′	17
		K_7	$163^{+0,3}$	+ 0,3	18
		K_8	$\varnothing 30C_4$	- 0,14	
		K_9	30° ± 30′	± 30′	
		K_{10}	150,8-0,2	- 0,2	
2 - 3	Ударник	H_1	$7,8...8X_4$	7,8...7,95	19
		H_2	10,7 ± 0,1	± 0,1	20
		H_3	61,7 ± 0,1	± 0,1	21
		H_4	62,3 ± 0,05	± 0,05	22
		H_5	0 ± 0,1	± 0,1	23
		H_6	15°	—	
МСВ-1-10	Защелка шептала	P_1	11 ± 0,1	± 0,1	24
		P_2	0,5		25
		P_3	3 ± 0,1	± 0,1	26
		δ_1	30°		27
		δ_2	15°	—	28
Св.-1 4-5	Шептало	$Ш_1$	16,4 ± 0,1	± 0,1	29
Св.- 1 4 - 28	Стенка левая	E_1	54 ± 0,1	± 0,1	30

3. Расчет

3.1. Определение натяга между ударником и защелкой шептала X

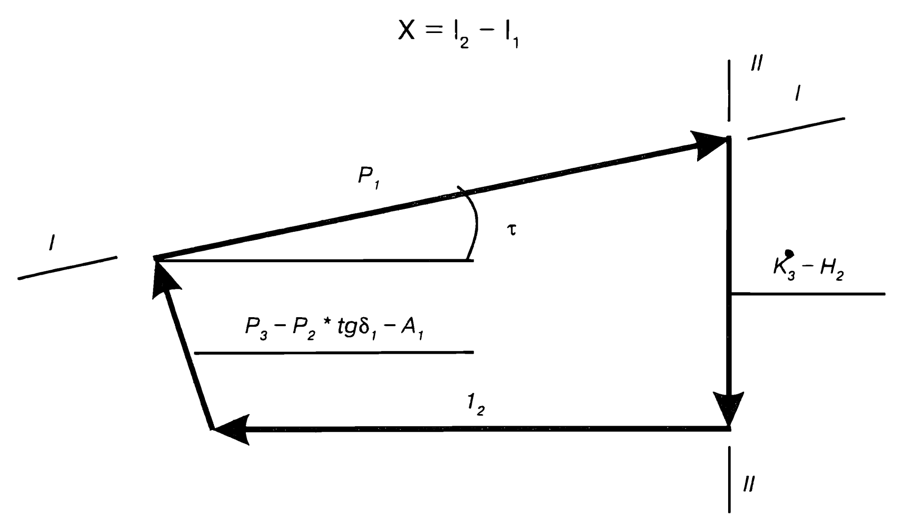
Условия расчета:

3.1.1. Коробка ствольная, затвор и ударник соосны.

3.1.2. Начало спирали на затворе и ударнике совпадают.

3.1.3. Боевые упоры затвора заходят за боевые упоры коробки.

$$X = l_2 - l_1$$



$\sum l - l = 0$

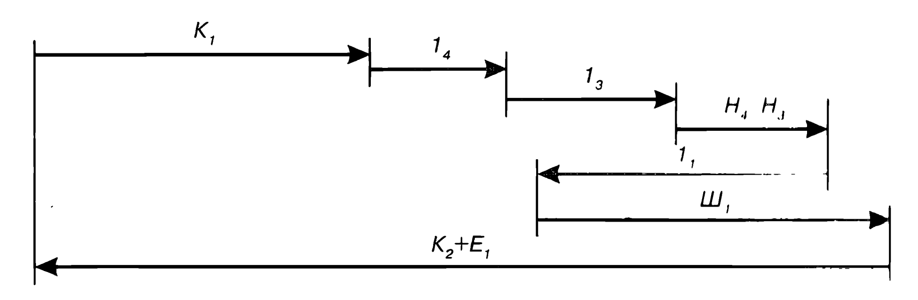
$$l_2 = \frac{P_1 - (K_3 - H_2) \cdot \sin r}{\cos r}$$

r - угол наклона защелки шептала.

$$P_1 * \sin r + (P_3 - P_2 * \mathrm{tg}\,\delta_1 - A_1) * \cos r - (K_3 - H_2) = 0$$

$$r = -\arccos \frac{K_3 - H_2}{\sqrt{P_1^2 + (P_3 - P_2 * tg\delta_1 - A_1)^2}} + arctg \frac{P_1}{P_3 - P_2 * tg\delta_1 - A_1}$$

$$l_1 = K_1 + l_4 + l_3 + H_4 - H_3 + Ш_1 - K_2 - E_1$$
$$l_3 = C_3 - C_4$$



l_4 - размер от упора на коробке до упора на затворе при закрывании затвора в момент, когда точки начала спирали на ударнике и затворе совпадают.

$$l_4 = (K_7 - K_1) - (Z_2 - Z_1)*tg\eta$$

η - угол подъема спирали на коробке;

$$\eta = arctg\,\frac{T}{\pi C_5}$$

$$Z_1 = \frac{K_4}{2}$$

$$\begin{cases} Z_2^2 + y_2^2 = R^2 \\ Z_2 \cdot \cos\lambda - y_2 \cdot \sin\lambda - P = 0 \end{cases}$$

$$P = \frac{C_1}{2} \qquad R = \frac{C_5}{2}$$

$$y_2 = \frac{Z_2 \cdot \cos\lambda - P}{\sin\lambda}$$

$$Z_2^2 + \frac{Z_2^2 \cdot \cos_2\lambda - 2P \cdot \cos\lambda \cdot Z_2 + P^2}{\sin^2\lambda} - R^2 = 0 \;|x \sin^2\lambda$$

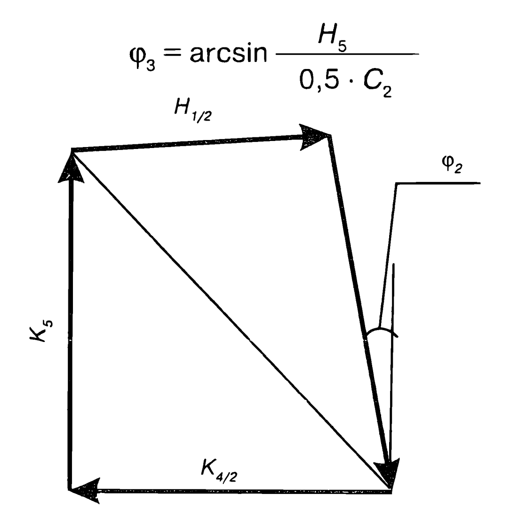
$$Z_2^2 - 2P \cdot \cos\lambda \cdot Z_2 - (R^2 \sin^2\lambda - P^2) = 0$$

$$Z_2 = P\cdot\cos\lambda + \sqrt{P^2\cdot\cos^2\lambda + R^2\cdot\sin^2\lambda - P^2}$$

λ - угол между осью ударника и началом спирали на ударнике

φ_2- угол между осью коробки и ударника.

$$\varphi_3 = \arcsin\frac{H_5}{0{,}5 \cdot C_2}$$

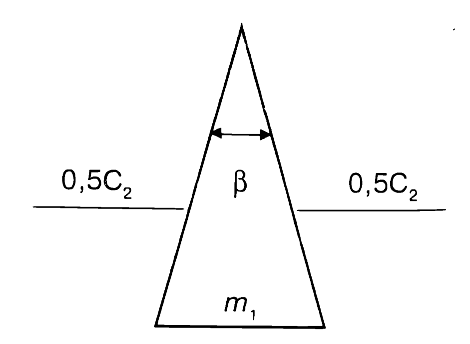


$$\varphi_2 = arctg\,\frac{K_4}{2\cdot K_5} - \arcsin\frac{H_1}{2\cdot\sqrt{K_5^2+\frac{K_4^2}{4}}}$$

$$\beta = 2\cdot\arcsin\frac{m_1}{C_2}$$

$$m_1 = m\cdot\cos\eta$$

$$m = \frac{(C_3 - C_6)}{\sin\eta}$$



4. Вывод

В результате расчета получили величину натяга между ударником и защелкой шептала:

X= – 0,46...1,96 мм , т.е. возможен зазор.

```
«ПУСТ»XУ.Ф2 = ARCTG(A[13]/2/A[14]) – ARCSIN(A[19]/2/
V(A[14]12+(A[13]/2)12)); Ф3=ARCSIN(A[23]×2/a[3]);
H=ARCTG(A[16]/π/A[8]); Z1=A[13]/2; M=(A[4]-A[9])/SIN(H);
M1=M×COS(H); B=2×ARCSIN(M1/A[3]); Л=Ф3+Ф2+2×π–A[17]-
A [ 6 ] – A [ 7 ] – B ; R = A [ 8 ] / 2 ; P = A [ 2 ] / 2 ;
Z2=P×COS(Л)+V((P×COS(Л))12+(R×SIN(Л))12–P12);
У2=(Z2×COS(Л)–P)/SIN(Л); L4=A[18]–A[10]–(Z2–Z1)×TG(H);
L3=A[4]–A[5]; L1=A[10]+L4L3+A[22].–A[21]+A[29]–A[11]–
A[30]; W=A[12]–A[20]; V=A[26]–A[25]×TG(A[27])–
A[1]; T=ARCTG(A[24]/V)–ARCCOS(W/V(A[24]12+V12)); L2=(A[24]–
W×SIN(T))/COS(T); X=L2–L1; «E»J=K+1«TC»(Г[1,I]=Л; Г[2,I]=T;
Г[3,I]=L4; Г[4,I]=L2; Г[5,I]=L1; Г[6,I]=X); «HA»X2»ГДЕ»K2=6; K=30;
Г[30,3]=.6,.4,0,8,–.1,–.3,16,0,–.43,14.1,0,–.1,11,0,–.035,2
.0943953,.002909,–.002909,1.864593,0,0,20,0,–.28,13.55,.1,–
–.1,160.5,.12,0,118,.1,–.1,12.7,.1,–.1,8,.2,0,9.4,.1,–.1,2.5,.05,–
–.05,49,0,0,2.0943953,.002909,–.002909,163,.3,0,8,–.
05,–.2,10.7,.1,–.1,61.7,.1,–.1,62.3,.05,–.05,0,.1,–.1,11,.1,–
.1,.5,0,0,3,.1,–.1,.523599,0,0,.261799,0,0,16.4,.1,–.1,54,.1,–
.1; A[30]»KOH» ◊
```

$XCP=.759100_{10}0$

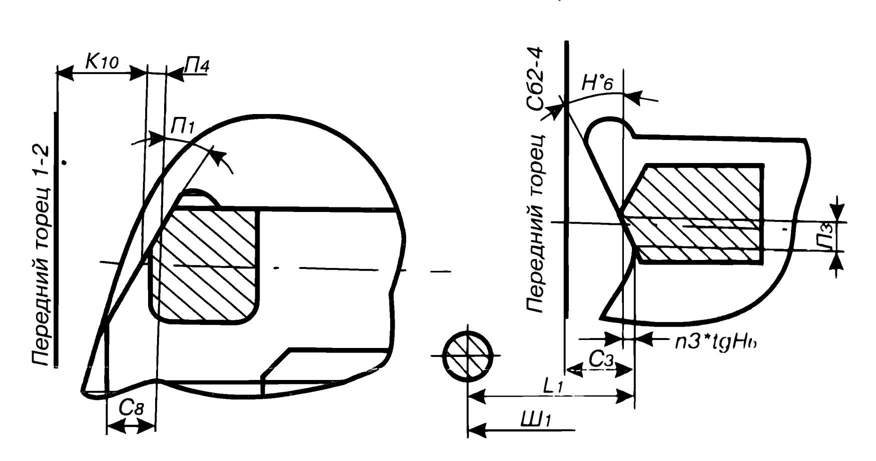
«ТАБЛИЦА» 1

J		MAX	MIN	DX
1	A_1	$.600000_{10}$ 0	$.100000_{10}$ 1	$-.165000_{10}$ 0
2	C_1	$.790000_{10}$ 1	$.770000_{10}$ 1	$.360000_{10}$ 0
3	C_2	16	$.155700_{10}$ 2	$.325581_{10}$ -1
4	C_3	$.140000_{10}$ 2	$.141000_{10}$ 2	$-.206000_{10}$ 1
5	C_4	11	$.109650_{10}$ 2	$.971428_{10}$ 0
6	α_1	$.209149_{10}$ 1	$.209731_{10}$ 1	$-.652920_{10}$ 1
7	α_2	$.186459_{10}$ 1	$.186459_{10}$ 1	0
8	C_5	$.197200_{10}$ 2	20	$-.714285_{10}$ -2
9	C_6	$.136500_{10}$ 2	$.134500_{10}$ 2	$.106000_{10}$ 1
10	K_1	$.160620_{10}$ 3	$.160500_{10}$ 3	0
11	K_2	$.118100_{10}$ 3	$.117900_{10}$ 3	$.100000_{10}$ 1
12	K_3	$.126000_{10}$ 2	$.128000_{10}$ 2	$-.187000_{10}$ 0
13	K_4	8	$.820000_{10}$ 1	$-.400000_{10}$ -1
14	K_5	$.930000_{10}$ 1	$.950000_{10}$ 1	$-.100000_{10}$ -1
15	K_6	$.255000_{10}$ 1	$.245000_{10}$ 1	0
16	T	49	49	0
17	ψ_1	$.209149_{10}$ 1	$.209731_{10}$ 1	$-.652920_{10}$ 1
18	K_7	163	$.163300_{10}$ 3	$-.100000_{10}$ 1
19	H_1	$.780000_{10}$ 1	$.795000_{10}$ 1	$-.346666_{10}$ 0
20	H_2	$.108000_{10}$ 2	$.106000_{10}$ 2	$.179000_{10}$ 0
21	H_3	$.618000_{10}$ 2	$.616000_{10}$ 2	$.100000_{10}$ 1
22	H_4	$.622500_{10}$ 2	$.623500_{10}$ 2	$-.100000_{10}$ 1
23	H_5	$.100000_{10}$ 0	$-.100000_{10}$ 0	$.840000_{10}$ 0
24	P_1	$.111000_{10}$ 2	$.109000_{10}$ 2	$.100200_{10}$ 1
25	P_2	$.500000_{10}$ 0	$.500000_{10}$ 0	0
26	P_3	$.310000_{10}$ 1	$.290000_{10}$ 1	$.180000_{10}$ 0
27	δ_1	$.523599_{10}$ 0	$.523599_{10}$ 0	0
28	δ_2	$.261799_{10}$ 0	$.261799_{10}$ 0	0
29	Ш$_1$	$.163000_{10}$ 2	$.165000_{10}$ 2	$-.100000_{10}$ 1
30	E_1	$.541000_{10}$ 2	$.539000_{10}$ 2	$.100000_{10}$ 1

«ТАБЛИЦА» 2

J		MAX	MIN
1	α	$.203510_{10}$ 0	$.117140_{10}$ 0
2	τ	$-.369400_{10}$ -1	$.542500_{10}$ -1
3	I_4	$.103968_{10}$ 1	$.217423_{10}$ 1
4	I_2	$.111740_{10}$ 2	$.107964_{10}$ 2
5	I_1	$.921000_{10}$ 1	$.112600_{10}$ 2
6	X	$.196400_{10}$ 1	$-.463600^{10}$ 0

Начало спирали
на рукоятке
K4
C°9
У°1
C1
K9
C2
K6
K5
П1
K8
У°2
H1
K4



Рукоятка затвора поднята вверх.

Определение натяга между ударником и защелкой шептала при поднятой вверх рукоятке - x.

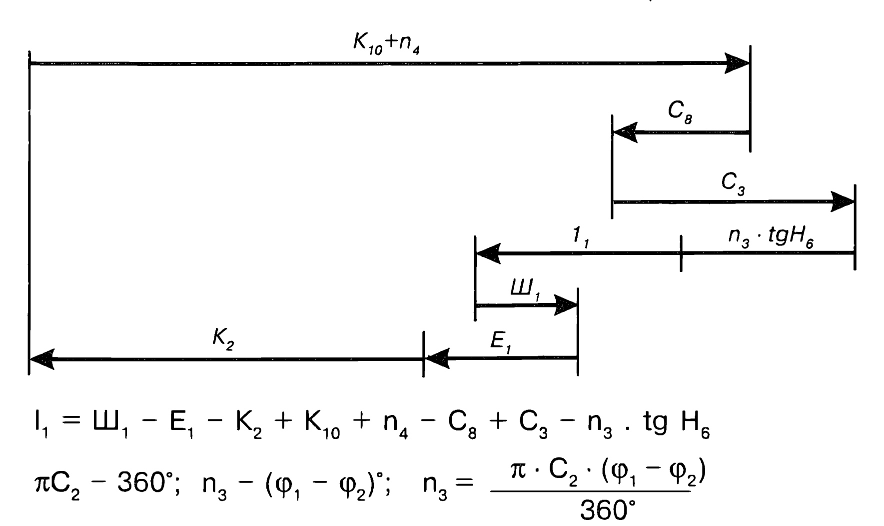
Условия расчета:

Коробка ствольная, затвор и ударник соосны. Рукоятка затвора поднята вверх до касания фигурного паза коробки ствольной. Ударник повернут вправо по эскизу

$x = l_2 - l_1$

l_1 - размер от оси защелки шептала до нижней точки «бороды» ударника.

l_2 - размер от оси защелки шептала до точки касания ее ударником (смотри листы 2,4).



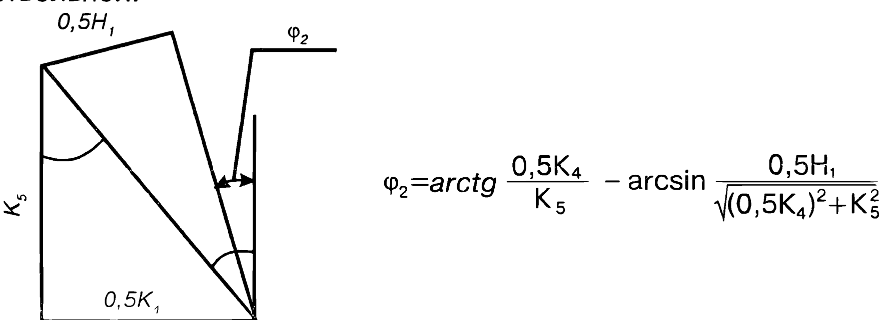
$l_1 = Ш_1 - E_1 - K_2 + K_{10} + n_4 - C_8 + C_3 - n_3 \,.\, tg\, H_6$

$\pi C_2 - 360°$; $n_3 - (\varphi_1 - \varphi_2)°$; $n_3 = \dfrac{\pi \cdot C_2 \cdot (\varphi_1 - \varphi_2)}{360°}$

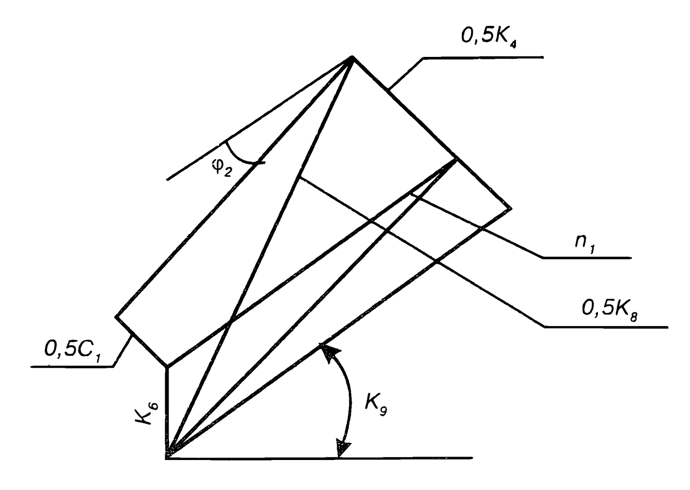
$(\varphi_1 - \varphi_2)$ - смещение осей ударника и затвора.

φ_1 - смещение оси рукоятки затвора относительно оси паза коробки ствольной.

φ_2 - смещение оси ударника относительно оси паза коробки ствольной.

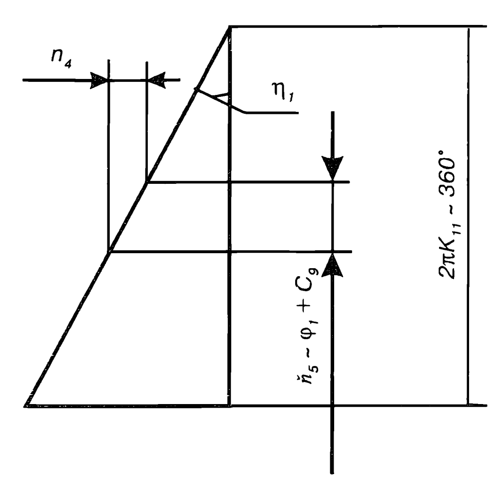


$$\varphi_2 = arctg\,\frac{0{,}5K_4}{K_5} - \arcsin\frac{0{,}5H_1}{\sqrt{(0{,}5K_4)^2 + K_5^2}}$$



$$\varphi_1 = \operatorname{arctg}\frac{0{,}5K_4}{n_1} - \arcsin\frac{0{,}5C_1}{\sqrt{n_1^2+(0{,}5K_4)^2}}$$

$$n_1 = \sqrt{(0{,}5K_8)^2-(0{,}5K_4+K_6\cos K_9)^2} - K_6\sin K_9$$



$$n_4 = \check{n}_5 \cdot \operatorname{tg}\eta_1$$

$$2\pi R - 3600°$$

$$n_5 - \varphi_1$$

$$n5 = \frac{5\pi\pi_{11} \cdot \varphi_1}{360°}$$

$$\eta_1 = \operatorname{arctg}\frac{T}{2\pi\pi_{11}}$$

```
«ПУСТ»XY.N1=V((A[10]/2)12−(A[7]/2+A[9]×COS(A[11]))12)−A[9]×SIN
(A[11]); Ф1=ARCTG(A[7]/2/N1)−ARCSIN(A[2]/2/V(N112+(A[7]/
2)12)); Ф2=ARCTG(A[7]/2/A[8])−ARCSIN(A[14]/2/V((A[7]/
2)12+A[8]12));ЭТ1=ARCTG(A[22]/2/π/A[13]);
N5=A[13]×(Ф1+A[25]); N4=N5xTG(ЭТ1); N3=A[3]×(Ф1−Ф2)/2;
«E»N3<0«TO»(N3=0); L1=A[20]−A[21]−A[5]+A[12]+N4−A[23]+A[4]−
N3×TG(A[24]); W=A[18]−A[17]×TG(A[19])−A[1]; TA=ARCTG(A[16]/
W)−ARCCOS((A[6]−A[15])/V(A[16]12+W12)); L2=(A[16]−(A[6]−A
[15])×SIN(TA))/COS(TA); X=L2−L1; «E»J=K+1«TO» (Г[1,I]=Ф1;
Г[2,I]=Ф2; Г[3,I]=ЭТ1; Г[4,I]=X); «HA»X2 ГДЕ»R2=4; K=25;
Г[25,3]=.6,.4,0,8,−.1,−.1,2.5).05,−.05,30,0,−.14,.523599,.008727
[−.008727,150.8,0,−.2.13,0,0,7.8,.15)0,10.7,.1,−.1,11,.1,−
.1,.5,0,0,3,.1,.1,.523599,0,0,16.4,.1,−.1,54,.1,−.1,49,0,0,1,.1,−
.1,.261799,0,0,.221075,0,0; A[25]«KOH» ◊

«ВЫП»HA»MM»KOH»◊
XOP=.101580₁₀1◊
```

«ТАБЛИЦА»1

J		MAX	MIN	DX
1	A_1	$.600000_{10}0$	$.100000_{10}1$	$-.165000_{10}0$
2	C_1	$.790000_{10}1$	$.770000_{10}1$	$.312000_{10}0$
3	C_2	16	$.155700_{10}2$	0
4	C_3	$.140000_{10}2$	$.141000_{10}2$	$-.100000_{10}1$
5	K_2	$.118100_{10}3$	$.117900_{10}3$	$.100000_{10}1$
6	K_3	$.126000_{10}2$	$.128000_{10}2$	$-.187000_{10}0$
7	K_4	8	$.820000_{10}1$	$-.316000_{10}0$
8	K_5	$.950000_{10}1$	$.930000_{10}1$	0
9	K_6	$.245000_{10}1$	$.255000_{10}1$	$-.600000_{10}-2$
10	K_8	30	$.298600_{10}2$	$.285714_{10}-2$
11	K_9	$.514872_{10}0$	$.532326_{10}0$	$-.114586_{10}-1$
12	K_{10}	$.150600_{10}3$	$.150800_{10}3$	$-.100000_{10}1$
13	K_{11}	13	13	0
14	H_1	$.795000_{10}1$	$.780000_{10}1$	$.400000_{10}-2$
15	H_2	$.108000_{10}2$	$.106000_{10}2$	$.179000_{10}0$
16	P_1	$.11100_{10}2$	$.109000_{10}2$	$.100000_{10}1$
17	P_2	$.500000_{10}0$	$.500000_{10}0$	0
18	P_3	$.310000_{10}1$	$.290000_{10}1$	$.175000_{10}0$
19	δ_1	$.523599_{10}0$	$.523599_{10}0$	0
20	$Ш_1$	$.163000_{10}2$	$.165000_{10}2$	$-.100000_{10}1$
21	E_1	$.541000_{10}2$	$.539000_{10}2$	$.100000_{10}1$
22	T	49	49	0
23	C_8	$.110000_{10}1$	$.900000_{10}0$	$.100000_{10}1$
24	H_6	$.261799_{10}0$	$.261799_{10}0$	0
25	C_9	$.221075_{10}0$	$.221075_{10}0$	0◊

«ТАБЛИЦА»2

J		MAX	MIN
1	φ_1	$.400400_{10}$ -2	$.203550_{10}$ -1
2	φ_2	$.262900_{10}$ -2	$.214060_{10}$ -1
3	η1	$.540340_{10}$ 0	$.540340_{10}$ 0
4	x	$.182160_{10}$ 1	$.213600_{10}$ 0

ВЕРОЯТНЫЙ

MAX=$.141942_{10}$ 1 MIN=$.612180_{10}$ 0 ПРОЦ=50◊

Заключение.

Натяг между ударником и шепталом (рукоятка затвора поднята вверх):

x=0,2...1,8 мм.

СОДЕРЖАНИЕ

КРЕКНИН Л. Т.

Производство автоматического оружия. Часть 3

Изд. лиц. ЛУ №056 от 5.01.1998г.
Налоговая льгота — общероссийский классификатор продукции ОК 005=93=953260.
Формат 60x90/$_{16}$. Печать офсетная. Усл. печ. л. 7,75.
Тираж 100 экз. Заказ № 5117

Ижевская республиканская типография.
Адрес типографии: 426057, г Ижевск, ул. Пастухова, 13